



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/105182**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 006 195.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/031830**
(86) PCT-Anmeldetag: **04.09.2017**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **14.06.2018**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **02.10.2019**

(51) Int Cl.: **H01S 5/06 (2006.01)**
H01S 5/024 (2006.01)
H01S 5/40 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2016-238695 **08.12.2016** **JP**

(74) Vertreter:
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG
mbB, 80802 München, DE**

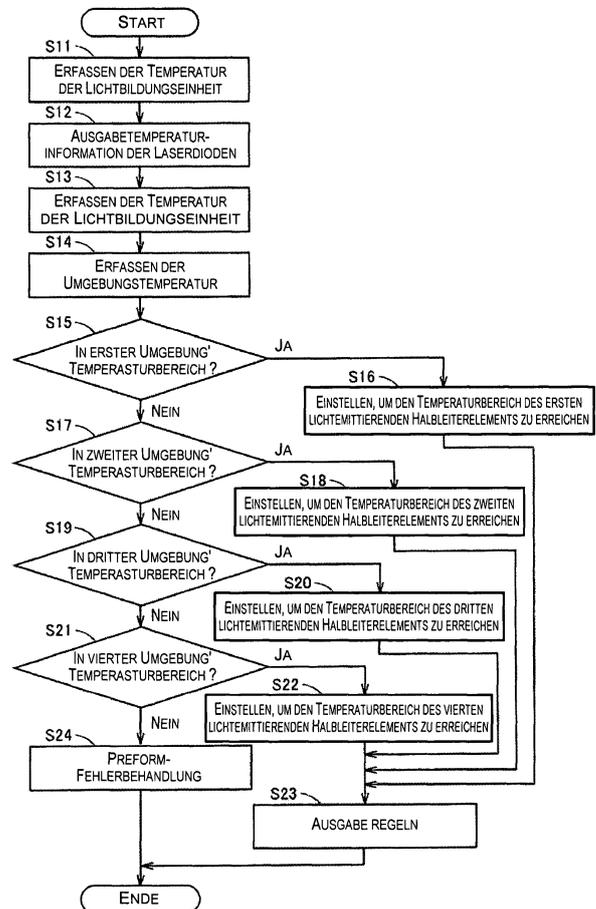
(71) Anmelder:
**SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD., Osaka-
shi, Osaka, JP**

(72) Erfinder:
**Enya, Yohei, Itami-shi, Hyogo, JP; Nakanishi,
Hiromi, Itami-shi, Hyogo, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUM STEuern EINES OPTISCHEN MODULS, OPTISCHE MODULEINHEIT UND OPTISCHES MODUL**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur Steuerung eines optischen Moduls ist ein Verfahren zur Steuerung eines optischen Moduls, das ein lichtemittierendes Halbleiterelement und ein elektronisches Kühlmodul umfasst, das ausgebildet ist, um eine Temperatur des lichtemittierenden Halbleiterelements einzustellen. Das Verfahren zur Steuerung eines optischen Moduls umfasst die Schritte: Erfassen einer Temperatur einer lichtemittierenden Einheit, die das lichtemittierenden Halbleiterelement umfasst, und Ausgeben von Temperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements; Erfassen einer Umgebungstemperatur und Ausgeben von Temperaturinformationen über die Umgebungstemperatur, wobei die Umgebungstemperatur eine Umgebungstemperatur ist, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet; und Steuern einer Ausgabe des elektronischen Kühlmoduls auf der Grundlage der Temperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements und der Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur, und Einstellen der Temperatur der lichtemittierenden Einheit. In dem Schritt zum Einstellen der Temperatur der lichtemittierenden Einheit, wenn die Umgebungstemperatur in einem ersten Umgebungstemperaturbereich liegt, wird die Temperatur der lichtemittierenden Einheit so eingestellt, dass ein Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein erster lichtemittierender Halbleiterelementtemperaturbereich ist, und wenn die Umgebungstemperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich liegt, ...



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern eines optischen Moduls, eine optische Moduleinheit und ein optisches Modul.

[0002] Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der am 8. Dezember 2016 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2016-238695, deren gesamter Inhalt hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist.

Stand der Technik

[0003] Es sind optische Module bekannt, in denen ein lichtemittierendes Halbleiterelement in einem Gehäuse angeordnet ist (siehe beispielsweise Patentliteraturen 1 bis 4).

Zitationsliste

Patentliteratur

PTL 1: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung Veröffentlichungs-Nr. 2009-93101

PTL 2: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung Veröffentlichungs-Nr. 2007-328895

PTL 3: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung Veröffentlichungs-Nr. 2007-17925

PTL 4: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung Veröffentlichungs-Nr. 2007-65600

Zusammenfassung der Erfindung

[0004] Ein Verfahren zum Steuern eines optischen Moduls gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Steuern eines optischen Moduls, das ein lichtemittierendes Halbleiterelement und ein elektronisches Kühlmodul umfasst, das konfiguriert ist, um eine Temperatur des lichtemittierenden Halbleiterelements einzustellen. Das Verfahren zum Steuern des optischen Moduls umfasst das Erfassen einer Temperatur einer lichtemittierenden Einheit, die das lichtemittierende Halbleiterelement umfasst, und das Ausgeben von Temperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements; das Erfassen einer Umgebungstemperatur und das Ausgeben von Temperaturinformationen über die Umgebungstemperatur, wobei die Umgebungstemperatur eine Temperatur einer Umgebung ist, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet; und Steuern einer Ausgabe des elektronischen Kühlmoduls auf der Grundlage der Temperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements und der Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur, und Einstellen der Temperatur der lichtemittierenden Einheit. In dem Schritt des Einstellens der Temperatur der lichtemittierenden

Einheit, wenn die Umgebungstemperatur in einem ersten Umgebungstemperaturbereich liegt, wird die Temperatur der lichtemittierenden Einheit so eingestellt, dass ein Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein erster lichtemittierender Halbleiterelementtemperaturbereich ist, und wenn die Umgebungstemperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich liegt, der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich ist, wird die Temperatur der lichtemittierenden Einheit so eingestellt, dass der Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein zweiter lichtemittierender Halbleiterelementtemperaturbereich ist, der höher als der erste lichtemittierende Halbleiterelementtemperaturbereich ist.

[0005] Eine optische Moduleinheit gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst ein optisches Modul, das eine lichtemittierende Einheit und ein elektronisches Kühlmodul umfasst, wobei die lichtemittierende Einheit ein Basiselement und ein auf dem Basiselement montiertes lichtemittierendes Halbleiterelement umfasst, wobei die lichtemittierende Einheit zum Erzeugen von Licht konfiguriert ist und das elektronische Kühlmodul zum Einstellen einer Temperatur des lichtemittierenden Halbleiterelements konfiguriert ist; eine erste Verarbeitungseinheit, die konfiguriert ist, um eine Temperatur der lichtemittierenden Einheit, die das lichtemittierende Halbleiterelement umfasst, und Prozesstemperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements zu erfassen, um Temperaturinformationen auszugeben; eine zweite Verarbeitungseinheit, die konfiguriert ist, um eine Umgebungstemperatur zu erfassen, die eine Temperatur der Umgebung ist, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet, und um Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur zu verarbeiten, um Temperaturinformationen auszugeben; und eine dritte Verarbeitungseinheit, die konfiguriert ist, um eine Ausgabe des elektronischen Kühlmoduls auf der Grundlage der Temperaturinformationen des von der ersten Verarbeitungseinheit ausgegebenen lichtemittierenden Halbleiterelements und der Temperaturinformationen der von der zweiten Verarbeitungseinheit ausgegebenen Umgebungstemperatur zu steuern und die Temperatur der lichtemittierenden Einheit einzustellen. Wenn die Umgebungstemperatur in einem ersten Umgebungstemperaturbereich liegt, stellt die dritte Verarbeitungseinheit die Temperatur der lichtemittierenden Einheit so ein, dass ein Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein erster lichtemittierender Halbleiterelementtemperaturbereich ist, und wenn die Umgebungstemperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich liegt, der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich ist, stellt die dritte Verarbeitungseinheit die Temperatur der lichtemittierenden Einheit so ein, dass der Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein zweiter lichtemittierender Halbleiterelementtemperaturbereich ist, der höher als

der erste lichtemittierende Halbleiterelementtemperaturbereich ist.

[0006] Ein optisches Modul gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst eine lichtemittierende Einheit, die ein Basiselement und ein auf dem Basiselement montiertes lichtemittierendes Halbleiterelement umfasst, wobei die lichtemittierende Einheit konfiguriert ist, um Licht zu erzeugen; ein Schutzelement mit einem Austrittsfenster, das das Licht aus der lichtemittierenden Einheit durchlässt, wobei das Schutzelement konfiguriert ist, um die lichtemittierenden Einheit zu umgeben; ein elektronisches Kühlmodul, das konfiguriert ist, um eine Temperatur des lichtemittierenden Halbleiterelements einzustellen; einen Temperaturdetektor für die lichtemittierende Einheit, der konfiguriert ist, um eine Temperatur der lichtemittierenden Einheit mit dem lichtemittierenden Halbleiterelement zu erfassen; und einen Umgebungstemperaturdetektor, der konfiguriert ist, um eine Temperatur einer Umgebung zu erfassen, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet.

Figurenliste

[Fig. 1] Fig. 1 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Struktur eines optischen Moduls.

[Fig. 2] Fig. 2 zeigt eine weitere schematische perspektivische Ansicht der Struktur des optischen Moduls.

[Fig. 3] Fig. 3 zeigt eine schematische Draufsicht der Struktur des optischen Moduls.

[Fig. 4] Fig. 4 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Konfiguration eines Wärmeableitungssystems, an dem das optische Modul befestigt ist.

[Fig. 5] Fig. 5 zeigt ein Diagramm, das für jede Temperatur eine Beziehung zwischen dem einer roten Laserdiode zugeführten Strom und der optischen Ausgabe der roten Laserdiode darstellt.

[Fig. 6] Fig. 6 zeigt ein Diagramm, das für jede Temperatur eine Beziehung zwischen dem einer grünen Laserdiode zugeführten Strom und der optischen Ausgabe der grünen Laserdiode darstellt.

[Fig. 7] Fig. 7 zeigt ein Diagramm, das für jede Temperatur eine Beziehung zwischen dem einer blauen Laserdiode zugeführten Strom und einer optischen Ausgabe der blauen Laserdiode darstellt.

[Fig. 8] Fig. 8 zeigt ein Diagramm, das für jede Temperatur einer Lichtbildungseinheit eine Beziehung zwischen der Umgebungstemperatur und dem Stromverbrauch eines elektronischen Kühlmoduls darstellt.

[Fig. 9] Fig. 9 zeigt ein Flussdiagramm mit den Hauptschritten eines Verfahrens zum Steuern eines optischen Moduls gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[Fig. 10] Fig. 10 zeigt ein Diagramm, das für jede Temperatur der Lichtbildungseinheit eine Beziehung zwischen der Umgebungstemperatur und dem Stromverbrauch des elektronischen Kühlmoduls darstellt.

[Fig. 11] Fig. 11 zeigt ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen der Temperatur und dem Stromverbrauch der roten, der grünen sowie der blauen Laserdiode darstellt.

[Fig. 12] Fig. 12 zeigt ein Blockdiagramm eines Beispiels einer optischen Moduleinheit.

[Fig. 13] Fig. 13 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Struktur einer optischen Moduleinheit.

[Fig. 14] Fig. 14 zeigt ein Blockdiagramm einer Konfiguration einer Steuerung.

[Fig. 15] Fig. 15 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Struktur einer weiteren optischen Moduleinheit.

[Fig. 16] Fig. 16 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Struktur eines optischen Moduls.

[Fig. 17] Fig. 17 zeigt eine weitere schematische perspektivische Ansicht der Struktur des optischen Moduls.

[Fig. 18] Fig. 18 zeigt eine schematische Draufsicht der Struktur des optischen Moduls.

[Fig. 19] Fig. 19 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Struktur einer optischen Moduleinheit.

Beschreibung der Ausführungsformen

[Die durch die vorliegende Offenbarung zu lösenden Probleme]

[0007] Das zuvor beschriebene optische Modul kann in einer Umgebung mit einem breiten Spektrum von niedrigen bis hohen Temperaturen eingesetzt werden. Um auch in einer Umgebung mit einem großen Temperaturbereich eine optische Leistung mit hoher Genauigkeit zu erzielen, ist es erforderlich, die Temperatur des optischen Moduls anzupassen.

[0008] Es ist wünschenswert, dass der Stromverbrauch des optischen Moduls während des Betriebs so gering wie möglich ist. Zudem besteht der Bedarf, die Größe des gesamten Systems, mit dem die Temperatur des optischen Moduls eingestellt wird, zu verringern.

[0009] Dementsprechend ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Steuern eines optischen Moduls bereitzustellen, das den Stromverbrauch und gleichzeitig die Systemgröße reduzieren kann.

[0010] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine optische Moduleinheit bereitzustellen, die den Stromverbrauch sowie die Systemgröße reduzieren kann.

[0011] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein optisches Modul bereitzustellen, das in geeigneter Weise die Systemgröße und den Stromverbrauch verringern kann.

[Vorteilhafte Wirkungen der vorliegenden Erfindung]

[0012] Das zuvor beschriebene Verfahren zur Steuerung eines optischen Moduls kann den Stromverbrauch und gleichzeitig die Systemgröße verringern.

[0013] Die zuvor beschriebene optische Moduleinheit kann den Stromverbrauch und gleichzeitig die Systemgröße verringern.

[0014] Das zuvor beschriebene optische Modul kann in geeigneter Weise die Systemgröße und den Stromverbrauch verringern.

[Beschreibung der Ausführungsformen der Erfindung der vorliegenden Anmeldung]

[0015] Zunächst werden Ausführungsformen der Erfindung der vorliegenden Anmeldung zusammengefasst. Ein optisches Modulsteuerverfahren gemäß der Erfindung der vorliegenden Anmeldung ist ein Verfahren zur Steuerung eines optischen Moduls, das ein lichtemittierendes Halbleiterelement und ein elektronisches Kühlmodul umfasst, das konfiguriert ist, um eine Temperatur des lichtemittierenden Halbleiterelements einzustellen. Das Verfahren zum Steuern des optischen Moduls umfasst die Schritte: Erfassen einer Temperatur einer lichtemittierenden Einheit, die das lichtemittierende Halbleiterelement umfasst, und Ausgeben von Temperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements; Erfassen einer Umgebungstemperatur und Ausgeben von Temperaturinformationen über die Umgebungstemperatur, wobei die Umgebungstemperatur eine Temperatur der Umgebung ist, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet; und Steuern einer Ausgabe des elektronischen Kühlmoduls auf der Grundlage der Temperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements und der Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur, und Einstellen der Temperatur der lichtemittierenden Einheit. Im Schritt des Einstellens der Temperatur der lichtemittierenden Einheit, wenn die Umgebungstemperatur in ei-

nem ersten Umgebungstemperaturbereich liegt, wird die Temperatur der lichtemittierenden Einheit so eingestellt, dass ein Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein erster Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, und wenn die Umgebungstemperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich liegt, der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich ist, wird die Temperatur der lichtemittierenden Einheit so eingestellt, dass der Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein zweiter Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, der höher als der erste Temperaturbereich des ersten lichtemittierenden Halbleiterelements ist.

[0016] Wie zuvor beschrieben, wenn die Umgebungstemperatur im zweiten Umgebungstemperaturbereich liegt, der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich ist, wird die Temperatur der lichtemittierenden Einheit derart angepasst, dass der Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements der zweite Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, der höher als der erste Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist. Dadurch kann eine Temperaturdifferenz zwischen der lichtemittierenden Einheit, deren Temperatur durch das elektronische Kühlmodul eingestellt werden soll, und der Umgebungstemperatur verringert werden. Dadurch ist es möglich, den Stromverbrauch des elektronischen Kühlmoduls während der Temperatureinstellung zu verringern. Das heißt, wenn die Umgebungstemperatur relativ hoch ist, wird die Temperatur der lichtemittierenden Einheit angepasst, indem der Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements auf einen relativ hohen Temperaturbereich eingestellt wird, um eine Temperaturdifferenz zwischen der Umgebungstemperatur und der lichtemittierenden Einheit während der Temperatureinstellung zu verringern. Dadurch ist es möglich, den Stromverbrauch des elektronischen Kühlmoduls während der Temperatureinstellung zu verringern. Wenn der Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements höher eingestellt wird, muss dem lichtemittierenden Halbleiterelement eine größere Menge an Energie zugeführt werden, um die gleiche optische Leistung zu erzielen. Im Vergleich zu der Erhöhung der Strommenge, die dem lichtemittierenden Halbleiterelement zugeführt wird, ist jedoch die Verringerung des Stromverbrauchs des elektronischen Kühlmoduls, die erzielt wird, indem die Temperaturdifferenz zwischen der Umgebungstemperatur und der lichtemittierenden Einheit verringert wird, größer. Auf diese Weise wird eine Verringerung des gesamten Stromverbrauchs erzielt.

[0017] Während des Betriebs des elektronischen Kühlmoduls erzeugt das elektronische Kühlmodul selbst Wärme. Um das Abführen der erzeugten Wärme des elektronischen Kühlmoduls zu erleichtern

und die Temperatur der lichtemittierenden Einheit unter Aufrechterhaltung eines effizienten Betriebs des elektronischen Kühlmoduls einzustellen, ist das optische Modul mit einem Wärmeableitungssystem ausgestattet, das eine Wärmesenke, einen Lüfter, der Luft zur Wärmesenke bläst, und ein Wärmerohr, das die in der Wärmesenke angesammelte Wärme effizient abführt, aufweist. Die Kühlleistung der Wärmesenke hängt im Grunde von deren Größe ab. Insbesondere hat eine größer dimensionierte Wärmesenke grundsätzlich eine höhere Fähigkeit, einen zu kühlenden Gegenstand zu kühlen. Wie zuvor beschrieben, kann das Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls gemäß der Erfindung der vorliegenden Anmeldung den Stromverbrauch des elektronischen Kühlmoduls verringern. In diesem Fall kann eine Verringerung der Größe der Wärmesenke, die in dem Wärmeableitungssystem enthalten ist, die Größe des gesamten Wärmeableitungssystems einschließlich des optischen Moduls verringern. Auch hinsichtlich des Lüfters, der zum Kühlen der Wärmesenke vorgesehen ist, verringert eine Verkürzung der Betriebszeit des Lüfters den Stromverbrauch. In Abhängigkeit von dem Betriebstemperaturbereich des optischen Moduls, das verwendet werden soll, ist eine Kühlung durch den Lüfter nicht unbedingt erforderlich, und es ist sogar möglich, auf den Lüfter selbst zu verzichten. In diesem Fall ist eine zusätzliche Größenverringerung möglich. Da der Stromverbrauch des elektronischen Kühlmoduls verringert werden kann, kann auch auf die für die Wärmesenke im Wärmeableitungssystem vorgesehene Wärmeleitung verzichtet werden, um eine weitere Größenreduzierung zu erzielen.

[0018] Das lichtemittierende Halbleiterelement, das mit dem zuvor beschriebenen Verfahren zum Steuern des optischen Moduls gesteuert wird, kann ein Halbleiterlaser sein. Diese Konfiguration, bei der das optische Modul Laserlicht des Halbleiterlasers verwendet, ermöglicht eine Verringerung des Stromverbrauchs bei gleichzeitiger Verringerung der Systemgröße.

[0019] Der zuvor beschriebene Halbleiterlaser kann ein Laser sein, der rotes Licht emittiert, oder er kann ein Laser sein, der Infrarotlicht emittiert. Die optische Ausgabe eines Lasers, der rotes Licht emittiert, oder eines Lasers, der Infrarotlicht emittiert, hängt stark von der Temperatur ab. Daher eignet sich das Verfahren zum Steuern eines optischen Moduls gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verwendung bei der Steuerung des optischen Moduls, in dem der Halbleiterlaser ein Laser ist, der rotes Licht emittiert, oder ein Laser ist, der Infrarotlicht emittiert. Das rote Licht kann Licht mit einer Wellenlänge im Bereich von etwa 620 Nanometer (nm) bis ungefähr 750 nm sein.

[0020] Eine Ausgabe des lichtemittierenden Halbleiterelements kann durch Steuern des dem lichtemittierenden

Halbleiterelement zugeführten Stroms entsprechend dem Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements, das in dem Schritt des Einstellens der Temperatur der lichtemittierenden Einheit eingestellt wurde, geregelt werden. Mit dieser Konfiguration kann die optische Ausgabe des lichtemittierenden Halbleiterelements durch Steuern des Stroms konstant gehalten werden.

[0021] Der erste Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements und der zweite Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements kann jeweils innerhalb von $\pm 3^\circ \text{C}$ eines Mittelwertes liegen. Diese Konfiguration kann den Einfluss von Temperaturschwankungen auf die optische Ausgabe des lichtemittierenden Halbleiterelements verringern.

[0022] Eine optische Moduleinheit gemäß der Erfindung der vorliegenden Anmeldung umfasst ein optisches Modul, das eine lichtemittierende Einheit und ein elektronisches Kühlmodul umfasst, wobei die lichtemittierende Einheit ein Basiselement und ein lichtemittierendes Halbleiterelement, das am dem Basiselement befestigt ist, umfasst, wobei die lichtemittierende Einheit derart ausgebildet ist, dass sie Licht bildet und das elektronische Kühlmodul konfiguriert ist, um eine Temperatur des lichtemittierenden Halbleiterelements einzustellen; eine erste Verarbeitungseinheit, die konfiguriert ist, um eine Temperatur der lichtemittierenden Einheit, die das lichtemittierende Halbleiterlaserelement umfasst, und Prozesstemperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements zu erfassen, um Temperaturinformationen auszugeben; eine zweite Verarbeitungseinheit, die konfiguriert ist, um eine Umgebungstemperatur zu erfassen, die eine Temperatur einer Umgebung ist, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet, und um Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur zu verarbeiten, um Temperaturinformationen auszugeben; und eine dritte Verarbeitungseinheit, die konfiguriert ist, um eine Ausgabe des elektronischen Kühlmoduls auf der Grundlage der Temperaturinformationen des von der ersten Verarbeitungseinheit **30** ausgegebenen lichtemittierenden Halbleiterelements und der Temperaturinformationen der von der zweiten Verarbeitungseinheit ausgegebenen Umgebungstemperatur zu steuern und die Temperatur der lichtemittierenden Einheit einzustellen. Wenn die Umgebungstemperatur in einem ersten Umgebungstemperaturbereich liegt, stellt die dritte Verarbeitungseinheit die Temperatur der lichtemittierenden Einheit so ein, dass ein Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein erster Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, und wenn die Umgebungstemperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich liegt, der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich ist, stellt die dritte Verarbeitungseinheit die Temperatur der lichtemittierenden Einheit so ein, dass der Temperaturbereich des lichtemittierenden

renden Halbleiterelements ein zweiter Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, der höher als der erste Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist.

[0023] In der zuvor beschriebenen optischen Moduleinheit verarbeitet die erste Verarbeitungseinheit die Temperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements so, dass die Temperaturinformationen ausgegeben werden. Auch verarbeitet die zweite Verarbeitungseinheit die Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur der lichtemittierenden Einheit derart, dass die Temperaturinformationen ausgegeben werden. Die dritte Verarbeitungseinheit steuert eine Ausgabe des elektronischen Kühlmoduls auf der Grundlage der Temperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements, die von der ersten Verarbeitungseinheit verarbeitet werden, derart, dass sie ausgegeben werden, und verarbeitet die Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur, die von der zweiten Verarbeitungseinheit verarbeitet werden, derart, dass sie ausgegeben werden, und stellt die Temperatur der lichtemittierenden Einheit ein. Die dritte Verarbeitungseinheit steuert eine Ausgabe des elektronischen Kühlmoduls, und wenn die Umgebungstemperatur in einem ersten Umgebungstemperaturbereich liegt, stellt die dritte Verarbeitungseinheit die Temperatur der lichtemittierenden Einheit derart ein, dass ein Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein erster Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, während in dem Fall, in dem die Temperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich liegt, der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich ist, stellt die dritte Verarbeitungseinheit die Temperatur der lichtemittierenden Einheit derart ein, dass der Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein zweiter Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, der höher als der erste Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist. Dadurch kann eine Temperaturdifferenz zwischen der Umgebungstemperatur und der lichtemittierenden Einheit während der Temperatureinstellung verringert werden, und es kann der Stromverbrauch der elektronischen Kühleinheit während der Temperatureinstellung verringert werden. Wenn der Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements höher eingestellt wird, ist eine höhere Strommenge erforderlich, die dem lichtemittierenden Halbleiterelement zugeführt werden soll, um die gleiche optische Ausgabe zu erzielen. Jedoch ist im Vergleich zu einer Erhöhung der Strommenge, die dem lichtemittierenden Halbleiterelement zugeführt wird, die Verringerung des Stromverbrauchs des elektronischen Kühlmoduls, die erzielt wird, indem die Temperaturdifferenz zwischen der Umgebungstemperatur und der lichtemittierenden Einheit verringert wird, größer. Dadurch wird eine Verringerung des gesamten Stromverbrauchs erzielt.

[0024] In der zuvor beschriebenen optischen Moduleinheit kann das optische Modul ferner ein Schutzelement, das konfiguriert ist, um die lichtemittierende Einheit zu umgeben, und einen Umgebungstemperaturdetektor, der an einem Außenumfang des Schutzelements angebracht und konfiguriert ist, um die Umgebungstemperatur zu erfassen, die eine Temperatur einer Umgebung ist, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet, umfassen. In der optischen Moduleinheit gemäß diesem Aufbau kann bei Verwendung des am Außenumfang des Schutzelements angebrachten Umgebungstemperaturdetektors und bei Verarbeitung der Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur durch die zweite Verarbeitungseinheit derart, dass Temperaturinformationen ausgegeben werden, die Temperatur der Umgebung, in der sich die lichtbildende Einheit befindet, genauer erfasst werden, und dadurch ist es möglich, eine geeignete Verringerung des Stromverbrauchs zu erzielen.

[0025] Ein optisches Modul gemäß der Erfindung der vorliegenden Anmeldung umfasst eine lichtemittierende Einheit, die ein Basiselement und ein auf dem Basiselement montiertes lichtemittierendes Halbleiterelement umfasst, wobei die lichtemittierende Einheit konfiguriert ist, um Licht zu erzeugen; ein Schutzelement mit einem Austrittsfenster, das das Licht aus der lichtemittierenden Einheit durchlässt, wobei das Schutzelement konfiguriert ist, um die lichtemittierende Einheit zu umgeben; ein elektronisches Kühlmodul, das konfiguriert ist, um eine Temperatur des lichtemittierenden Halbleiterelements einzustellen; einen Temperaturdetektor für die lichtemittierende Einheit, der konfiguriert ist, um eine Temperatur der lichtemittierenden Einheit mit dem lichtemittierenden Halbleiterelement zu erfassen; und einen Umgebungstemperaturdetektor, der konfiguriert ist, um eine Temperatur einer Umgebung zu erfassen, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet.

[0026] In dem zuvor beschriebenen optischen Modul kann das elektronische Kühlmodul die Temperatur des lichtemittierenden Halbleiterelements einstellen. Zudem kann der Temperaturdetektor für die lichtemittierende Einheit die Temperatur der lichtemittierenden Einheit erfassen. Zudem kann der Umgebungstemperaturdetektor die Temperatur der Umgebung erfassen, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet. Durch Verwenden der erfassten Temperatur der lichtemittierenden Einheit und der erfassten Temperatur der Umgebung, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet, kann eine geeignete Systemgrößenverringerung und eine Verringerung des Stromverbrauchs in geeigneter Weise erzielt werden. Insbesondere werden beispielsweise Temperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements von der Temperatur der lichtemittierenden Einheit, die durch den Temperaturdetektor für die lichtemittierende Einheit erfasst wurde, ausgegeben, die Temperaturinformationen von der Umgebungstempera-

tur der lichtemittierenden Einheit, die durch den Umgebungstemperaturdetektor erfasst wurde, ausgegeben und wird die Ausgabe des elektronischen Kühlmoduls auf der Grundlage der ausgegebenen Temperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements und der ausgegebenen Temperaturinformation der Umgebungstemperatur gesteuert. Bei der Steuerung der Ausgabe des elektronischen Kühlmoduls wird, wenn sich die Umgebungstemperatur in einem ersten Umgebungstemperaturbereich befindet, die Temperatur der lichtemittierenden Einheit derart eingestellt, dass der Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein erster Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, und wenn sich die Umgebungstemperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich befindet, der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich ist, wird die Temperatur der lichtemittierenden Einheit derart eingestellt, dass der Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein zweiter Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, der höher als der erste Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist. Dadurch ist es möglich, eine geeignete Verringerung der Systemgröße und des Stromverbrauchs zu erzielen.

[0027] In dem optischen Modul kann der Umgebungstemperaturdetektor an einem Außenumfang des Schutzelements befestigt sein. Das optische Modul mit diesem Aufbau kann die Temperatur der Umgebung, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet, genauer erfassen und noch besser den Stromverbrauch verringern.

[Ausführliche Beschreibung der Ausführungsformen der Erfindung der vorliegenden Anmeldung]

[0028] Im Nachfolgenden werden die Ausführungsformen eines Verfahrens zur Steuerung eines optischen Moduls gemäß der Erfindung der vorliegenden Anmeldung mit Bezug auf die **Fig. 1** bis **Fig. 11** beschrieben. **Fig. 2** zeigt eine Ansicht der **Fig. 1**, bei der der Deckel **40** entfernt wurde. In den Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird, werden gleiche oder entsprechende Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen, und es wird auf eine wiederholte Beschreibung verzichtet.

[0029] Zunächst wird eine Konfiguration des optischen Moduls **1** beschrieben. Das optische Modul **1** wird durch ein Verfahren zum Steuern eines optischen Moduls zum Steuern des optischen Moduls **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform gesteuert. Mit Bezug auf **Fig. 1** und **Fig. 2** umfasst das optische Modul **1**, das durch das Verfahren zum Steuern des optischen Moduls gemäß der vorliegenden Ausführungsform gesteuert wird, einen Sockel **10** mit einer flachen plattenähnlichen Form, eine Lichtbildungseinheit **20**, die auf einer Hauptfläche **10A** des

Sockels **10** angeordnet ist und als eine lichtemittierende Einheit, die Licht bildet, dient, den Deckel **40**, der auf der einen Hauptfläche **10A** des Sockels **10** angeordnet und mit diesem in Kontakt ist, um die Lichtbildungseinheit **20** zu bedecken, und mehrere Anschlussstifte **51**, die von der anderen Hauptfläche **10B** zu der einen Hauptfläche **10A** durch den Sockel **10** hindurchführen und aus sowohl der einen Hauptfläche **10A** als auch der anderen Hauptfläche **10B** ragen. Der Sockel **10** und der Deckel **40** sind beispielsweise luftdicht verschweißt. Das heißt, die Lichtbildungseinheit **20** ist durch den Sockel **10** und den Deckel **40** hermetisch abgedichtet. Ein feuchtigkeitsreduziertes (oder feuchtigkeitsabführendes) Gas, wie beispielsweise Trockenluft, wird in dem Raum, der von dem Sockel **10** und dem Deckel umgeben ist, abgedichtet. Der Deckel **40** weist ein Austrittsfenster **41** auf, durch das das Licht aus der Lichtbildungseinheit **20** hindurchtreten kann. Das Austrittsfenster **41** kann die Form einer flachen Platte mit parallelen Hauptflächen, oder die Form einer Linse, die Licht aus der Lichtbildungseinheit **20** bündelt oder streut, aufweisen. Der Sockel **10** und der Deckel **40** bilden ein Schutzelement. In der Draufsicht (das heißt, in der Z-Achsenrichtung) weist der Sockel **10** die Form eines Rechtecks mit vier abgerundeten Ecken auf. Der Deckel **40** weist in Draufsicht ebenfalls die Form eines Rechtecks mit vier abgerundeten Ecken auf. Der Sockel **10** ist derart ausgebildet, dass er eine größere Fläche als der Deckel **40** aufweist. Wenn der Deckel **40** auf dem Sockel **10** in Kontakt mit diesem angeordnet wird, steht die Außenkante des Sockels **10** mit der Ausnahme einer Seite, die das Austrittsfenster **41** aufweist, von dem Außenumfang des Deckels **40** flanschartig vor. Die Länge der kurzen Seiten des Sockels **10** (das heißt, die Länge in Y-Achsenrichtung) ist so gewählt, dass sie 10 Millimeter (mm) beträgt.

[0030] Der Deckel **40** weist ein harzgegossenes Thermoelement **42** zum Erfassen der Temperatur des Deckels **40** auf. Das Thermoelement **42** ist an der Oberfläche des Deckels **40** mit dem Austrittsfenster **41** befestigt. Das heißt, das Thermoelement **42** ist an einem Außenumfang **40A** des Deckels **40** befestigt. Mit dem Thermoelement **42** kann die Umgebungstemperatur der Lichtbildungseinheit **20** als Umgebungstemperatur erfasst und als Temperaturinformation der Umgebungstemperatur ausgegeben werden. Die Umgebungstemperatur der Lichtbildungseinheit **20** ist gleichzeitig die Umgebungstemperatur des optischen Moduls **1**. In der vorliegenden Ausführungsform ist das Thermoelement **42** ein Umgebungstemperaturdetektor, der die Temperatur der Umgebung erfasst, in der sich die Lichtbildungseinheit **20** befindet.

[0031] Wie in **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt, umfasst die Lichtbildungseinheit **20** eine Basisplatte **60**, die eine plattenähnliche Form aufweist und als ein Basiselement dient. Die Basisplatte **60** weist in Draufsicht ei-

ne rechteckige Hauptfläche **60A** auf. Die Basisplatte **60** umfasst einen Basisbereich **61**, einen Chip-Montagebereich **62** und einen Thermistor-Montagebereich **44**. Der Chip-Montagebereich **62** ist in einem Bereich ausgebildet, der eine kurze Seite (erste kurze Seite) der einen Hauptfläche **60A** und eine lange Seite (erste lange Seite), die mit der ersten kurzen Seite verbunden ist, auf. Der Chip-Befestigungsbereich **62** weist eine größere Dicke als der Basisbereich **61** auf. Der Chip-Montagebereich **62** hat somit eine größere Höhe als der Basisbereich **61**. Der erste Chip-Befestigungsbereich **63**, der eine größere Dicke (oder größere Höhe) als seine benachbarten Bereiche aufweist, ist in einem Bereich gegenüber einer Seite des Chip-Montagebereichs **62** ausgebildet, in dem die erste kurze Seite mit der ersten langen Seite verbunden ist. Ein zweiter Chip-Montagebereich **64**, der eine größere Dicke (oder größere Höhe) als seine benachbarten Bereiche aufweist, ist in einem Bereich gegenüber einer Seite des Chip-Montagebereichs **62** ausgebildet, in dem die erste lange Seite mit der ersten kurzen Seite verbunden ist.

[0032] Ein flacher plattenartiger erster Submount **71** ist auf dem ersten Chip-Montagebereich **63** angeordnet. Eine rote Laserdiode **81**, die rotes Licht emittiert, ist auf dem ersten Submount **71** angeordnet. Die rote Laserdiode **81** ist ein Halbleiterlaser, der als ein erstes lichtemittierendes Halbleiterelement dient. Ein zweiter Submount **72** und ein dritter Submount **73** mit einer flachen plattenähnlichen Form sind auf dem zweiten Chip-Montagebereich **64** angeordnet. Der dritte Submount **73** ist gegenüber dem Verbindungsabschnitt zwischen der ersten langen Seite und der ersten kurzen Seite, aus Sicht des zweiten Submounts **72**, angeordnet. Eine grüne Laserdiode **82**, die grünes Licht emittiert, ist auf dem zweiten Submount **72** angeordnet. Die grüne Laserdiode **82** ist ein Halbleiterlaser, der als ein zweites lichtemittierendes Halbleiterelement dient. Eine blaue Laserdiode **83**, die blaues Licht emittiert, ist auf dem dritten Submount **73** angeordnet. Die blaue Laserdiode **83** ist ein Halbleiterlaser, der als ein drittes lichtemittierendes Halbleiterelement dient. Die Höhen der optischen Achsen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** (das heißt, die Abstände zwischen der einen Hauptfläche **60A** der Basisplatte **60** (Bezugsfläche) und der optischen Achsen, oder die Abstände mit Bezug auf die Bezugsfläche in der Z-Achsenrichtung) sind durch den ersten Submount **71**, den zweiten Submount **72** und den dritten Submount **73** auf der gleichen Höhe eingestellt. Das rote Licht ist Licht mit einer Wellenlänge im Bereich von etwa 620 Nanometer (nm) bis ungefähr 750 nm, das grüne Licht ist Licht mit einer Wellenlänge im Bereich von etwa 495 nm bis etwa 570 nm, und das blaue Licht ist Licht mit einer Wellenlänge im Bereich von etwa 420 nm bis etwa 495 nm.

[0033] Der Thermistor-Montagebereich **44** ist in einem Bereich ausgebildet, der einen Schnittpunkt der anderen kurzen Seite (zweite kurze Seite) der einen Hauptfläche **60A** der Basisplatte **60** in der Nähe des Austrittsfensters **41** und einer langen Seite der einen Hauptfläche **60A**, die mit der zweiten kurzen Seite verbunden ist, aufweist. Der Thermistor-Montagebereich **44** hat eine geringere Dicke als der Basisbereich **61**. Der Thermistor-Montagebereich **44** hat somit eine geringere Höhe als der Basisbereich **61**. Ein Thermistor **43** ist auf dem Thermistor-Montagebereich **44** angeordnet. Der Thermistor **43** erfasst die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20**, die die rote Laserdiode **81**, die grüne Laserdiode **82** und die blaue Laserdiode **83** umfasst, und gibt die Temperaturinformationen der Lichtbildungseinheit **20** aus. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Thermistor **43** ein Temperaturdetektor für die lichtemittierende Einheit, der die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** erfasst.

[0034] Ein vierter Submount **74**, ein fünfter Submount **75** und ein sechster Submount **76** sind auf dem Basisbereich **61** der Basisplatte **60** angeordnet. Eine erste Fotodiode **94**, die als ein erstes Lichtempfangselement dient, eine zweite Fotodiode **95**, die als ein zweites Lichtempfangselement dient, und eine dritte Fotodiode **96**, die als ein drittes Lichtempfangselement dient, sind jeweils auf dem vierten Submount **74**, dem fünften Submount **75** und dem sechsten Submount **76** angeordnet. Der vierte Submount **74**, der fünfte Submount **75** und der sechste Submount **76** stellen die Höhen der ersten Fotodiode **94**, der zweiten Fotodiode **95** und der dritten Fotodiode **96** ein (das heißt, die Abstände der optischen Achsen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83**, oder die Abstände in der Z-Achsenrichtung). Die erste Fotodiode **94**, die zweite Fotodiode **95** und die dritte Fotodiode **96** sind derart positioniert, dass sie jeweils das Licht von der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode direkt empfangen. Diese Konfiguration ermöglicht eine genaue Erfassung der Lichtintensität und eine hochgenaue Einstellung der Lichtintensität. In der vorliegenden Ausführungsform sind alle lichtemittierenden Halbleiterelemente mit den entsprechenden Lichtempfangselementen ausgestattet. Die erste Fotodiode **94**, die zweite Fotodiode **95** und die dritte Fotodiode **96** sind in der Lage, jeweils rotes Licht, grünes Licht und blaues Licht zu empfangen. Die erste Fotodiode **94** ist zwischen der roten Laserdiode **81** und einer ersten Linse **91** in der Lichtemissionsrichtung der roten Laserdiode **81** angeordnet. Die zweite Fotodiode **95** ist zwischen der grünen Laserdiode **82** und einer zweiten Linse **92** in der Lichtemissionsrichtung der grünen Laserdiode **82** angeordnet. Die dritte Fotodiode **96** ist zwischen der blauen Laserdiode **83** und einer dritten Linse **93** in der Lichtemissionsrichtung der blauen Laserdiode **83** angeordnet.

[0035] Ein erster Linsenhalter **77**, ein zweiter Linsenhalter **78** und ein dritter Linsenhalter **79**, die erhöhte Abschnitte bilden, sind auf dem Basisbereich **61** der Basisplatte **60** angeordnet. Die erste Linse **91**, die zweite Linse **92** und die dritte Linse **93** sind jeweils auf dem ersten Linsenhalter **77**, dem zweiten Linsenhalter **78** und dem dritten Linsenhalter **79** angeordnet. Die erste Linse **91**, die zweite Linse **92** und die dritte Linse **93** weisen jeweils Linsenabschnitte **91A**, **92A** und **93A** auf, deren Oberflächen Linsenflächen sind. Die Linsenabschnitte **91A**, **92A** und **93A** sind mit den entsprechenden anderen Bereichen der ersten Linse **91**, der zweiten Linse **92** und der dritten Linse **93** einstückig ausgebildet. Die Mittelachsen der Linsenabschnitte **91A**, **92A** und **93A** der ersten Linse **91**, der zweiten Linse **92** und der dritten Linse **93**, das heißt, die optischen Achsen der Linsenabschnitte **91A**, **92A** und **93A**, werden durch den ersten Linsenhalter **77**, den zweiten Linsenhalter **78** und den dritten Linsenhalter **79** eingestellt, so dass sie mit den entsprechenden optischen Achsen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** ausgerichtet sind. Die erste Linse **91**, die zweite Linse **92** und die dritte Linse **93** wandeln jeweils die Punktgröße des Lichts um, das von einer entsprechenden der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** ausgegeben wird. Durch die erste Linse **91**, die zweite Linse **92** und die dritte Linse **93** werden die Punktgrößen der Lichtstrahlen, die aus der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** ausgegeben werden, auf die gleiche Punktgröße umgewandelt.

[0036] Ein erster Filter **97** und ein zweiter Filter **98** sind auf dem Basisbereich **61** der Basisplatte **60** angeordnet. Der erste Filter **97** und der zweite Filter **98** weisen jeweils die Form einer flachen Platte mit parallelen Hauptflächen auf. Der erste Filter **97** und der zweite Filter **98** sind beispielsweise Wellenlängenauswahlfilter. Der erste Filter **97** und der zweite Filter **98** sind dielektrische Mehrschichtfilter. Genauer gesagt, überträgt der erste Filter **97** rotes Licht und reflektiert grünes Licht. Der zweite Filter **98** überträgt rotes Licht und grünes Licht und reflektiert blaues Licht. Der erste Filter **97** und der zweite Filter **98** übertragen und reflektieren somit selektiv Licht einer bestimmten Wellenlänge. Der erste Filter **97** und der zweite Filter **98** kombinieren somit Lichtstrahlen, die aus der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** ausgegeben werden. Der erste Filter **97** und der zweite Filter **98** sind jeweils auf einem ersten erhöhten Bereich **88** und einen zweiten erhöhten Bereich **89** angeordnet, die erhöhte Bereiche sind, die auf dem Basisbereich **61** ausgebildet sind.

[0037] Wie in **Fig. 3** gezeigt, sind die rote Laserdiode **81**, ein Lichtempfangsabschnitt **94A** der ersten Fotodiode **94**, der Linsenabschnitt **91A** der ersten Linse

91, der erste Filter **97** und der zweite Filter **98** in einer geraden Linie entlang der Lichtemissionsrichtung der roten Laserdiode **81** (das heißt, in der **X**-Achsenrichtung angeordnet) angeordnet. Die grüne Laserdiode **82**, ein Lichtempfangsabschnitt **95A** der zweiten Fotodiode **95**, der Linsenabschnitt **92A** der zweiten Linse **92** und der erste Filter **97** sind in einer geraden Linie entlang der Lichtemissionsrichtung der grünen Laserdiode **82** angeordnet (das heißt, in der **Y**-Achsenrichtung angeordnet). Die blaue Laserdiode **83**, ein Lichtempfangsabschnitt **96A** der dritten Fotodiode **96**, der Linsenabschnitt **93A** der dritten Linse **93** und der zweite Filter **98** sind in einer geraden Linie entlang der Lichtemissionsrichtung der blauen Laserdiode **83** angeordnet (das heißt, in der **Y**-Achsenrichtung angeordnet). Das heißt, die Lichtemissionsrichtung der roten Laserdiode **81** schneidet die Lichtemissionsrichtungen der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83**. Genauer gesagt ist die Lichtemissionsrichtung der roten Laserdiode **81** orthogonal zu Lichtemissionsrichtungen der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83**. Die Lichtemissionsrichtung der grünen Laserdiode **82** ist eine Richtung entlang der Lichtemissionsrichtung der blauen Laserdiode **83**. Genauer gesagt verläuft die Lichtemissionsrichtung der grünen Laserdiode **82** parallel zu der Lichtemissionsrichtung der blauen Laserdiode **83**. Die Hauptflächen des ersten Filters **97** und des zweiten Filters **98** sind mit Bezug auf die Lichtemissionsrichtungen der roten Laserdiode **81** geneigt. Genauer gesagt, neigen sich die Hauptflächen des ersten Filters **97** und des zweiten Filters **98** um 45° von der Lichtemissionsrichtung der roten Laserdiode **81** (das heißt, von der **X**-Achsenrichtung).

[0038] Im Nachfolgenden wird der Betrieb des optischen Moduls **1**, das durch das Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform gesteuert wird, beschrieben. Wie in **Fig. 3** gezeigt, bewegt sich das von der roten Laserdiode **81** emittierte rote Licht entlang eines optischen Pfads **L1**. Während der Fortbewegung tritt ein Teil des roten Lichts direkt in den Lichtempfangsabschnitt **94A** der ersten Fotodiode **94** ein. Dadurch kann die Intensität des von der roten Laserdiode **81** emittierten roten Lichts erfasst und auf der Grundlage der Differenz zwischen der erfassten Lichtintensität und einer Zielintensität bzw. Sollintensität des zu emittierenden Lichts eingestellt werden. Nach der Fortbewegung durch die erste Fotodiode **94** gelangt das rote Licht in den Linsenabschnitt **91A** der ersten Linse **91**, in dem die Punktgröße des Lichts umgewandelt wird. Insbesondere wird beispielsweise das aus der roten Laserdiode **81** emittierte rote Licht in kollimiertes Licht umgewandelt. Nach der Punktgrößenumwandlung in der ersten Linse **91** bewegt sich das rote Licht entlang des optischen Pfads **L1** und tritt in den ersten Filter **97** ein. Da der erste Filter **97** rotes Licht überträgt, bewegt sich das von der roten Laserdiode **81** emittierte Licht weiter entlang eines opti-

schen Pfads **L2** und tritt in den zweiten Filter **98** ein. Da der zweite Filter **98** rotes Licht überträgt, bewegt sich das von der roten Laserdiode **81** emittierte Licht weiter entlang eines optischen Pfads **L3**, tritt durch das Austrittsfenster **41** des Deckels **40** hindurch und tritt aus dem optischen Modul **1** aus.

[0039] Das von der grünen Laserdiode **82** emittierte grüne Licht bewegt sich entlang eines optischen Pfads **L4**. Während der Fortbewegung tritt ein Teil des grünen Lichts direkt in den Lichtempfangsabschnitt **95A** der zweiten Fotodiode **95** ein. Dadurch kann die Intensität des von der grünen Laserdiode **82** emittierten grünen Lichts erfasst werden und auf der Grundlage der Differenz zwischen der erfassten Lichtintensität und einer Sollintensität des auszusendenden Lichts eingestellt werden. Nach dem Hindurchtreten durch die zweite Fotodiode **95** tritt das grüne Licht in den Linsenabschnitt **92A** der zweiten Linse **92** ein, in dem die Punktgröße des Lichts umgewandelt wird. Insbesondere wird beispielsweise das von der grünen Laserdiode **82** emittierte grüne Licht in kollimiertes Licht umgewandelt. Nach der Punktgrößenumwandlung in der zweiten Linse **92** bewegt sich das grüne Licht entlang des optischen Pfads **L4** und tritt in den ersten Filter **97** ein. Da der erste Filter **97** grünes Licht reflektiert, tritt das von der grünen Laserdiode **82** emittierte grüne Licht in den optischen Pfad **L2** ein. Das grüne Licht verbindet sich so mit dem roten Licht, bewegt sich entlang des optischen Pfads **L2** und tritt in den zweiten Filter **98** ein. Da der zweite Filter **98** grünes Licht überträgt, bewegt sich das von der grünen Laserdiode **82** emittierte Licht weiter entlang des optischen Pfads **L3**, tritt durch das Austrittsfenster **41** des Deckels **40** hindurch und tritt aus dem optischen Modul **1** aus.

[0040] Das von der blauen Laserdiode **83** emittierte blaue Licht bewegt sich entlang eines optischen Pfads **L5**. Während der Fortbewegung tritt ein Teil des blauen Lichts direkt in den Lichtempfangsabschnitt **96A** der dritten Fotodiode **96** ein. Dadurch kann die Intensität des von der blauen Laserdiode **83** emittierten blauen Lichts erfasst und auf der Grundlage der Differenz zwischen der erfassten Lichtintensität und einer Sollintensität des auszusendenden Lichts eingestellt werden. Nach dem Hindurchtreten durch die dritte Fotodiode **96** tritt das blaue Licht in den Linsenabschnitt **93A** der dritten Linse **93** ein, in dem die Punktgröße des Lichts umgewandelt wird. Insbesondere wird beispielsweise das von der blauen Laserdiode **83** emittierte blaue Licht in kollimiertes Licht umgewandelt. Nach der Punktgrößenumwandlung in der dritten Linse **93** bewegt sich das blaue Licht entlang des optischen Pfads **L5** und tritt in den zweiten Filter **98** ein. Da der zweite Filter **98** blaues Licht reflektiert, tritt das von der blauen Laserdiode **83** emittierte Licht in den optischen Pfad **L3** ein. Das blaue Licht verbindet sich somit mit dem roten Licht und dem grünen Licht, bewegt sich entlang des op-

tischen Pfads **L3**, tritt durch das Austrittsfenster **41** des Deckels **40** hindurch und tritt aus dem optischen Modul **1** aus.

[0041] Das optische Modul **1** umfasst ein elektronisches Kühlmodul (im Nachfolgenden als ein thermoelektrischer Kühler oder TEC bezeichnet) **30**. Insbesondere umfasst das optische Modul **1** den TEC **30**, der zwischen der Basisplatte **60**, die in der Lichtbildungseinheit **20** enthalten ist, und dem Sockel **10** angeordnet ist. Der TEC **30** ist ein sogenannter thermoelektrischer Kühler und umfasst eine Wärmeabsorptionsplatte **31**, eine Wärmeableitplatte **32** und mehrere Halbleitersäulen **33**, die voneinander beabstandet sind und zwischen der Wärmeabsorptionsplatte **31** und der Wärmeableitplatte angeordnet sind, wobei eine Elektrode zwischen sowohl zwischen der Wärmeabsorptionsplatte **31** und der Wärmeableitplatte **32** als auch den Halbleitersäulen **33** angeordnet ist. Die Wärmeabsorptionsplatte **31** und Wärmeableitplatte **32** sind beispielsweise aus Aluminiumoxid gebildet. Die Wärmeabsorptionsplatte **31** ist in Kontakt mit der anderen Hauptfläche **60B** der Basisplatte **60** angeordnet. Die Wärmeableitplatte **32** ist in Kontakt mit der einen Hauptfläche **10A** des Sockels **10** angeordnet. Der TEC **30** ist ein Peltier-Modul (Peltier-Element). Indem dem TEC **30** Strom zugeführt wird, damit Strom hindurchfließen kann, wird die Wärme der Basisplatte **60** in Kontakt mit der Wärmeabsorptionsplatte **31** auf den Sockel **10** übertragen, so dass die Basisplatte **60** gekühlt wird. Dies verringert den Temperaturanstieg in der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83**. Wird beispielsweise das optische Modul **1** in einer Umgebung mit einer sehr niedrigen Temperatur, wie beispielsweise minus 40 Grad Celsius (-40° C) angeordnet, und ist das Erwärmen des optischen Moduls **1** hinsichtlich des Ausgabewirkungsgrades der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** besser, kann die Basisplatte **60** erwärmt werden, indem Strom durch den TEC **30** in die entgegengesetzte Richtung fließt, um die Temperaturübertragung umzukehren. Während des Betriebs des TECs **30** erzeugt der TEC **30** selbst Wärme. Zur Gewährleistung eines stabilen Betriebs des TECs **30** ist es erforderlich, die Wärme des TECs **30**, die während des Betriebs des TECs **30** erzeugt wird, abzuführen.

[0042] Im Nachfolgenden wird eine Konfiguration eines Wärmeableitungssystems **101**, an dem das optische Modul **1** befestigt ist, beschrieben. Wie in **Fig. 4** gezeigt, ist das Wärmeableitungssystem **101** vorgesehen, um die in dem TEC **30** während des Betriebs des TECs **30** erzeugte Wärme in dem TEC **30** zu verteilen und abzuführen. Das Wärmeverteilungssystem **101** umfasst eine Wärmesenke **102**, eine Halteplatte **103**, einen Lüfter **104** und einen Verbinder **105**. Ein Metallmaterial mit guten Wärmeleiteigenschaften, wie beispielsweise Aluminium, Eisen oder

Kupfer, wird als Material für die Wärmesenke **102** gewählt. In **Fig. 4** zeigt ein gestrichelter Pfeil die Licht einstrahlrichtung des optischen Moduls **1** an.

[0043] Die Wärmesenke **102** umfasst ein Basiselement **106** und mehrere Rippen **107**. Das Basiselement **106** ist ein plattenähnliches Element und weist in der Dickenrichtung (oder der Z-Achsenrichtung) eine rechteckige Form auf. Genauer gesagt ist das Basiselement **106** in Draufsicht quadratisch. In der vorliegenden Ausführungsform beträgt jede Seite des Basiselements **106** etwa 50 Millimeter (mm).

[0044] Das optische Modul **1** ist auf der einen Hauptfläche **106A** des Basiselements **106** angeordnet. Das Basiselement **106** weist in einem mittleren Bereich davon viele Durchgangslöcher (nicht dargestellt) auf, die sich, wie die Anschlussstifte **51** durch diese in der Dickenrichtung an Positionen erstrecken, die den entsprechenden Anschlussstiften **51** entsprechen, wenn das optische Modul **1** auf der einen Hauptfläche **106A** des Basiselements **106** angeordnet wird. Wenn somit das optische Modul **1** auf der anderen Hauptfläche **106A** des Basiselements **106** angeordnet wird, werden die Anschlussstifte **51** derart positioniert, dass sie in die entsprechenden Durchgangslöcher eingesetzt werden. Die Öffnungen der Durchgangslöcher sind so bemessen, dass sie verhindern, dass die Anschlussstifte **51** das Basiselement **106** berühren, wenn die Anschlussstifte **51** in die Durchgangslöcher eingesetzt werden. In einem mittleren Bereich der einen Hauptfläche **106A** des Basiselements **106** sind vier Schraubenlöcher (nicht dargestellt) zum Befestigen der Halteplatte **103** in einem Bereich außerhalb der Durchgangslöcher zum Einsetzen der Anschlussstifte **51** vorgesehen. Darüber hinaus sind Bereiche an den vier Ecken des Basiselements **106** mit vier Schraubenlöchern **108A**, **108B**, **108C** und **108D** ausgebildet, die durch das Basiselement **106** in der Dickenrichtung führen und zur Befestigung des Lüfters **104** verwendet werden.

[0045] Die Rippen **107** sind auf der anderen Hauptfläche **106B** des Basiselements **106** angeordnet. Die Rippen **107** sind dünne plattenähnliche Elemente und in Abständen auf der anderen Hauptfläche **106B** des Basiselements **106** angeordnet. Die Rippen **107** sind derart angeordnet, dass sie sich von der anderen Hauptfläche **106B** des Basiselements **106** in der Z-Richtung nach unten erstrecken, das heißt, in die Richtung gegenüber des Pfeils **D1**. Die Rippen **107** sind derart konfiguriert, dass sie von der anderen Hauptfläche **106B** des Basiselements **6** die gleiche Höhe oder Länge in der Z-Achsenrichtung aufweisen. Die Wärmesenke **102**, die das Basiselement **106** und die Rippen **107** aufweist, weist eine Dicke von etwa 10 mm auf. Die Rippen **107** vergrößern die gesamte Oberflächenfläche der Wärmesenke **102** und verbessern die Wärmeableitung der Wärmesenke **102**. Der zuvor beschriebene TEC **30** wird durch

ein Peltier-Element gebildet und weist einen Mechanismus auf, der die Basisplatte **60** kühlt, indem Strom durch den TEC **30** fließen kann. Im Gegensatz dazu weist das Wärmeableitungssystem **101** einen Mechanismus auf, in dem durch die Wärmesenke **102**, die aus einem Material mit guter Wärmeleitfähigkeit gebildet ist, Wärme, die in dem TEC **30** erzeugt wird, der in Kontakt mit der Wärmesenke **102** ist, auf die Wärmesenke **102** übertragen und von dieser abgeführt wird. Das heißt, der TEC **30** und das Wärmeableitungssystem **101** sind Wärmeableitungssysteme verschiedener Art. Je größer die Oberflächenfläche des Basiselements **106** und der Rippen **107** der Wärmesenke **102** ist, desto höher ist die Wärmeabfuhrleistung des Wärmeableitungssystems **101**.

[0046] Die Wärmesenke **102** kann ein Thermoelement zum Erfassen der Temperatur der Wärmesenke **102** aufweisen. Mit dieser Konfiguration kann die Temperatur der Wärmesenke **102** durch das befestigte Thermoelement als Umgebungstemperatur der Lichtbildungseinheit **20** erfasst und als Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur ausgegeben werden. Das heißt, die ausgegebenen Temperaturinformationen der Wärmesenke **102** können als Umgebungstemperatur, die im Nachfolgenden ausführlich beschrieben wird, verwendet werden, um die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** einzustellen. Das Thermoelement kann beispielsweise an einer vorbestimmten Position auf der einen Hauptfläche **106A** des Basiselements **106** befestigt werden.

[0047] Das optische Modul **1** ist an dem Basiselement **106** derart befestigt, dass es sich in dem mittleren Bereich der einen Hauptfläche **106A** des Basiselements **106**, der in der Wärmesenke **102** enthalten ist, befindet. Das Basiselement **106** weist die Durchgangslöcher an Positionen auf, die den Anschlussstiften **51** entsprechen, die in Richtung der einen Hauptfläche **106A** des Basiselements **106** vorstehen, wenn das optische Modul **1** auf dem Basiselement **106** angeordnet wird. Das optische Modul **1** ist auf dem Basiselement **106** derart befestigt, dass die Anschlussstifte **51** nicht in Kontakt mit dem Basiselement **106** gebracht werden.

[0048] Das optische Modul **1** ist durch die Halteplatte **103** an dem Basiselement **106** befestigt. Die Halteplatte **103** umfasst einen ersten Führungsabschnitt **103A**, einen zweiten Führungsabschnitt **103B** und einen dritten Führungsabschnitt **103C**. Der erste Führungsabschnitt **103A**, der zweite Führungsabschnitt **103B** und der dritte Führungsabschnitt **103C** sind schmale, dünne plattenähnliche Elemente. Die Halteplatte **103** hat eine Form, in der Endabschnitte des ersten Führungsabschnitts **103A** und des zweiten Führungsabschnitts **103B**, die sich in Richtungen orthogonal zueinander erstrecken, durchgehend verlaufen, und in der Endabschnitte des zweiten Führungsabschnitts **103B** und des dritten Führungsab-

schnitts **103C**, die sich in Richtungen orthogonal zueinander erstrecken, ebenfalls durchgehend verlaufen. Die Halteplatte **103** weist vier Durchgangslöcher (nicht dargestellt) auf, die durch diese in der Dickenrichtung an Positionen verlaufen, die den Endabschnitten des ersten Führungsabschnitts **103A**, des zweiten Führungsabschnitts **103B** und des dritten Führungsabschnitts **103C** entsprechen. Die Halteplatte **103** ist an der Wärmesenke **102** befestigt, indem insgesamt vier Schrauben **109A**, **109B**, **109C** und **109D** in die vier Durchgangslöcher eingesetzt und in die vier Durchgangslöcher in der einen Hauptfläche **106A** der Basiselements **106** eingepasst werden.

[0049] Das optische Modul **1** ist an der Wärmesenke **102** befestigt, wobei ein flanschartig vorstehender Bereich des Sockels **10** zwischen der Halteplatte **103** und dem Basiselement **106** sandwichartig aufgenommen ist. Der erste Führungsabschnitt **103A** ist auf der einen Seite des Deckels **40** in einer Richtung orthogonal zu der Lichtemissionsrichtung (das heißt, der einen Seite in der **Y**-Achsenrichtung) angeordnet. Der zweite Führungsabschnitt **103B** ist auf einer Seite des Deckels **40** gegenüber dem Austrittsfenster **41** angeordnet. Der dritte Führungsabschnitt **103C** ist auf der anderen Seite des Deckels **40** in der Richtung orthogonal zu der Lichtemissionsrichtung (das heißt, auf der anderen Seite in der **Y**-Achsenrichtung) angeordnet. Das heißt, das optische Modul **1** wird durch die Halteplatte **103** auf der einen Hauptfläche **106A** des Basiselements **106** positioniert. Da die Dicke des optischen Moduls **1** in der Dickenrichtung größer ist als die Dicke der Halteplatte **103** in der Dickenrichtung ist, steht das optische Modul **1** in der **Z**-Achsenrichtung von der Halteplatte **103** nach außen vor. Das optische Modul **1** wird durch Auftragen von wärmeableitendem Fett (nicht dargestellt) zwischen der anderen Hauptfläche **10B** des Sockels **10** und der einen Hauptfläche **106A** des Basiselements **106** befestigt. Dies verbessert den Kontakt zwischen der anderen Hauptfläche **10B** des Sockels **10** und der anderen Hauptfläche **106A** des Basiselements **106** und ermöglicht eine effiziente Übertragung der durch den **TEC 30** erzeugten Wärme zur Wärmesenke **102**.

[0050] Der Lüfter **104** ist benachbart zu der anderen Hauptfläche **106B** des Basiselements **106** angeordnet. Genauer gesagt ist der Lüfter **104** an den Endabschnitten der Rippen **107** gegenüber jenen, die sich neben der anderen Hauptfläche **106B** des Basiselements **106** befinden, befestigt. Indem dem Lüfter **104** Strom zugeführt wird, damit sich der Lüfter **104** drehen kann, wird Luft in Richtung der Rippen **107**, genauer gesagt, in der **Z**-Achsenrichtung, die durch den Pfeil **D1** angegeben ist, nach oben geblasen. Durch die Betätigung des Lüfters **104** wird Luft in Richtung der Wärmesenke **102** geblasen, und die Wärmesenke **102** kann gekühlt werden. Der Strom wird dem

Lüfter **104** gemäß der Steuerung zugeführt. Während des Betriebs des Lüfters **104** wird Strom verbraucht.

[0051] Die Wärmesenke **102** ist mit dem Verbinder **105** ausgestattet, der eine elektrische Verbindung zwischen dem optischen Modul **1** und einem externen Gerät gewährleistet. Der Verbinder **105** ist auf einer Seite des optischen Moduls **102** gegenüber der Lichtemissionsrichtung des optischen Moduls **1** angeordnet. Obwohl nicht dargestellt, ist der Verbinder **105** elektrisch mit den Anschlussstiften **51** des optischen Moduls **1** verbunden. Der Verbinder **105** stellt die elektrische Verbindung zwischen dem optischen Modul **1** und einem externen Gerät sicher, ermöglicht die Zufuhr von Strom von außen in das optische Modul **1** und ermöglicht die Erfassung der erfassten Temperaturinformationen der Lichtbildungseinheit **20**.

[0052] Im Nachfolgenden wird eine Beziehung zwischen dem Strom, der der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** sowie der blauen Laserdiode **83** zugeführt wird, die als lichtemittierendes Halbleiterelement dienen, und der daraus resultierenden optischen Ausgabe beschrieben. **Fig. 5** zeigt ein Diagramm, das für jede Umgebungstemperatur der roten Laserdiode **81** eine Beziehung zwischen dem der roten Laserdiode **81** zugeführten Strom und der optischen Ausgabe der roten Laserdiode **81** darstellt. In **Fig. 5** ist auf der vertikalen Achse die optische Ausgabe (in Milliwatt (mW)) der roten Laserdiode **81**, und auf der horizontalen Achse den Strom (in Milliampere (mA)), der der roten Laserdiode **81** zugeführt wird, aufgetragen. In **Fig. 5** stellt eine Linie **11A** eine optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von -40°C , eine Linie **11B** eine optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von -20°C , eine Linie **11C** eine optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 0°C , eine Linie **11D** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 10°C , eine Linie **11E** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 20°C , eine Linie **11F** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 30°C , eine Linie **11G** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 40°C , eine Linie **11H** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 50°C , eine Linie **11J** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 60°C und eine Linie **11K** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 70°C dar.

[0053] **Fig. 6** zeigt ein Diagramm, das für jede Umgebungstemperatur der grünen Laserdiode **82** eine Beziehung zwischen dem der grünen Laserdiode **82** zugeführten Strom und der optischen Ausgabe der grünen Laserdiode **82** darstellt. In **Fig. 6** ist auf der vertikalen Achse die optische Ausgabe (mW) der grünen Laserdiode **82** und auf der horizontalen Achse der Strom (mA), der der grünen Laserdiode **82** zugeführt wird, aufgetragen. In **Fig. 6** stellt eine Linie **12A** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstempera-

tur von -40°C , eine Linie **12B** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von -20°C , eine Linie **12C** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 0°C , eine Linie **12D** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 10°C , eine Linie **12E** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 20°C , eine Linie **12F** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 30°C , eine Linie **12G** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 40°C , eine Linie **12H** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 50°C , eine Linie **12J** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 60°C und eine Linie **12K** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 70°C dar.

[0054] Fig. 7 zeigt ein Diagramm, das für jede Umgebungstemperatur der blauen Laserdiode **83** eine Beziehung zwischen dem der blauen Laserdiode **83** zugeführten Strom und der optischen Ausgabe der blauen Laserdiode **83** darstellt. In Fig. 7 ist auf der vertikalen Achse die die optische Ausgabe (mW) der blauen Laserdiode **83** und auf der horizontalen Achse der Strom (mA), der der blauen Laserdiode **83** zugeführt wird, aufgetragen. In Fig. 7 stellt eine Linie **13A** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von -40°C und eine Linie **13B** die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 70°C dar. In dem Diagramm der Fig. 7 sind, wie in den Fig. 5 und Fig. 6, die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 20°C , die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 0°C , die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 10°C , die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 20°C , die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 30°C , die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 40°C , die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 50°C und die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 60°C alle durch die entsprechenden Linien dargestellt. Da sich jedoch die Linien überlappen, wird zum einfacheren Verständnis auf die dazugehörigen Bezugszeichen verzichtet. Von den sich überlappenden Linien liegt die Linie, die die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von -20°C darstellt, der Linie **13A** am nächsten, und die anderen Linien, die die optischen Ausgaben bei einer Umgebungstemperatur von 0°C , einer Umgebungstemperatur von 10°C , bei einer Umgebungstemperatur von 20°C , bei einer Umgebungstemperatur von 30°C , bei einer Umgebungstemperatur von 40°C , bei einer Umgebungstemperatur von 50°C und bei einer Umgebungstemperatur von 60°C darstellen, in dieser Reihenfolge dargestellt, wobei die Linie, die die optische Ausgabe bei einer Umgebungstemperatur von 60°C darstellt, der Linie **13B** am nächsten liegt.

[0055] Die Fig. 5 bis Fig. 7 zeigen, dass, obwohl es einige Unterschiede zwischen den Farben gibt, der Strom, der benötigt wird, um die gleiche opti-

sche Ausgabe zu erhalten, mit steigender Temperatur in jeder Farbe zunimmt. So erfordert beispielsweise in Fig. 5 das Erzielen einer optischen Ausgabe von 90 mW eine Stromversorgung von 140 mA bei einer Umgebungstemperatur von 10°C , aber eine Stromversorgung von 180 mA bei einer Umgebungstemperatur von 40°C . Auch die Höhe der Wärmeenergieerzeugung der Laserdiode nimmt mit zunehmender Temperatur zu. Diese Tendenz ist bei der roten Laserdiode **81** besonders ausgeprägt. Wenn beispielsweise das optische Modul **1** auf einem Fahrzeug montiert wird, ist es erforderlich, die Farben mit hoher Genauigkeit über einen weiten Betriebstemperaturbereich von etwa -40°C bis etwa 105°C konstant wiederzugeben. Dies bedeutet, dass die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20**, die die rote Laserdiode **81**, die grüne Laserdiode **82** und die blaue Laserdiode **83** aufweist, durch den TEC **30** gesteuert werden muss.

[0056] Im Nachfolgenden wird eine Beziehung zwischen der Umgebungstemperatur, die eine Temperatur der Umgebung ist, in der sich die Lichtbildungseinheit **20** befindet, und dem Stromverbrauch des TECs **30** beschrieben. Fig. 8 zeigt ein Diagramm, das für jede Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** eine Beziehung zwischen der Umgebungstemperatur und dem Stromverbrauch des TECs **30** darstellt. Die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** wird durch den Thermistor **43** erfasst und als Temperaturinformation der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** ausgegeben. Die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20**, die von dem Thermistor **43** erfasst wird, ist eine Temperatur, auf die die Temperaturen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** eingestellt werden. Das heißt, der TEC **30** wird derart betrieben, dass die Temperaturen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** der Temperatur entsprechen, die von dem Thermistor **43** erfasst wird, und der daraus resultierenden Stromverbrauch des TECs ist in Fig. 8 graphisch dargestellt. Es sollte beachtet werden, dass jedoch die Temperatur an der Lichtbildungseinheit **20** eine Verteilung aufweist, und dass die Temperatur, die vom Thermistor **43** erfasst wird, nicht genau mit den jeweiligen Temperaturen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** übereinstimmt. In Fig. 8 ist auf der vertikalen Achse der Stromverbrauch (W) des TECs **30** aufgetragen, und auf der horizontalen Achse ist die Umgebungstemperatur ($^{\circ}\text{C}$) aufgetragen. Die Umgebungstemperatur ist die Temperatur der Umgebung, in der sich die Lichtbildungseinheit **20** befindet. Die Umgebungstemperatur wird von dem Thermoelement **42** erfasst und als Temperaturinformation der Umgebungstemperatur ausgegeben. Eine Linie **14A** stellt den Strom dar, der verbraucht wird, wenn die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** 10°C beträgt, eine Linie **14B** stellt den Strom dar, der verbraucht wird, wenn die Temperatur der Lichtbil-

dingseinheit **20** 35° C beträgt, eine Linie **14C** stellt den Strom dar, der verbraucht wird, die die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** 50° C beträgt, und eine Linie **14D** stellt den Strom dar, der verbraucht wird, wenn die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** 60° C beträgt.

[0057] Fig. 8 zeigt beispielsweise, dass, wenn die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** 35° C und die Umgebungstemperatur 70° C betragen, der Stromverbrauch des TECs **30** sogar über 5 W liegt, was sehr hoch ist. Das heißt, eine große Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** und der Umgebungstemperatur bedeutet einen hohen Stromverbrauch des TECs **30**. Mit zunehmendem Stromverbrauch des TECs **30**, nimmt auch Stromerzeugungsmenge des TECs **30** zu. Das gleiche gilt in den Fällen, in denen die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** 50° C und 60° C beträgt. Wenn der Wärmeerzeugungswert des TECs **30** steigt, muss der Lüfter **104** häufig in Betrieb genommen werden. Dies führt zu einer weiteren Erhöhung des Stromverbrauchs, und es wird zudem schwierig, die Größe der Wärmesenke **102** zu verringern. Zur Verringerung des Stromverbrauchs des TECs **30** und zur Verringerung der Wärmeerzeugungsmenge des TECs **30**, ist es erforderlich, die Temperaturdifferenz zwischen der Umgebungstemperatur und der Lichtbildungseinheit **20** zu verringern.

[0058] Im Nachfolgenden wird ein Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Das Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls **1** umfasst unter Verwendung des Thermistors **43** das Erfassen der Temperatur der Lichtbildungseinheit **20**, die als eine lichtemittierende Einheit dient, die ein lichtemittierendes Halbleiterelement umfasst, und das Ausgeben der Temperaturinformationen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83**, die als das lichtemittierende Halbleiterelement dienen; das Erfassen einer Umgebungstemperatur und das Ausgeben von Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur, wobei die Umgebungstemperatur die Temperatur der Umgebung ist, in der sich die Lichtbildungseinheit **20** befindet; und das Steuern der Ausgabe des TECs **30** auf der Grundlage der Temperaturinformationen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** und der Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur, und das Einstellen der Temperatur der Lichtbildungseinheit **20**.

[0059] Fig. 9 zeigt ein Flussdiagramm, das die Hauptschritte des Verfahrens zur Steuerung des optischen Moduls **1** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt. Wie in Fig. 9 gezeigt, wird zunächst die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20**, die als eine lichtemittierende Einheit dient und die rote Laserdiode **81**, die grüne Laser-

diode **82** und die blaue Laserdiode **83** umfasst, erfasst (Schritt **S11** in Fig. 9; im Nachfolgenden wird der Begriff „Schritt“ weggelassen). Der Thermistor **43** erfasst hier die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20**. Anschließend werden die Temperaturinformationen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** von der erfassten Temperatur (**S12**) ausgegeben. Die Temperaturinformation entspricht der durch den Thermistor **43** erfassten Temperatur. Der Prozess von **START** bis zu diesem Schritt entspricht dem Schritt des Ausgebens von Temperaturinformationen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83**.

[0060] Anschließend wird eine Umgebungstemperatur, die die Temperatur der Umgebung ist, in der sich die Lichtbildungseinheit **20** befindet, erfasst (**S13**). Die Umgebungstemperatur wird hier durch das Thermoelement **42** erfasst. Anschließend werden die Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur von der Umgebungstemperatur, die von dem Thermoelement **42** erfasst wurde, ausgegeben (**S14**). Diese Temperaturinformationen entsprechen der von dem Thermoelement **42** erfassten Temperatur. Der Prozess von der Beendigung des Schritts des Ausgebens der Temperaturinformationen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** bis zu diesem Schritt entspricht dem Schritt des Ausgebens von Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur.

[0061] Anschließend wird die Ausgabe des TECs **30** auf der Grundlage der Temperaturinformationen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** und der Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur gesteuert, und der Prozess fährt mit dem Schritt des Einstellens der Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** fort. Dieser Schritt ist ein Temperatureinstellschritt.

[0062] Fig. 10 zeigt ein Diagramm, das für jede Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** eine Beziehung zwischen der Umgebungstemperatur und dem Stromverbrauch des TECs **30** darstellt. In Fig. 10 ist auf der vertikalen Achse der Stromverbrauch (**W**) des TECs **30** und auf der horizontalen Achse die Umgebungstemperatur (° C) aufgetragen. Eine Linie **15A** stellt den Stromverbrauch dar, wenn die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** 10° C beträgt, eine Linie **15B** stellt den Stromverbrauch dar, wenn die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** 35° C beträgt, eine Linie **15C** stellt den Stromverbrauch dar, wenn die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** 50° C beträgt, und eine Linie **15D** stellt den Stromverbrauch dar, wenn die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** 60° C beträgt. Die Ansteuerbedingungen des optischen Moduls **1**, unter denen die in dem Diagramm der Fig. 10 gezeigten Daten erfasst werden, sind wie folgt. Das heißt, es wird eine kontinuierliche Welle

(**CW** oder eine nicht modulierte kontinuierliche Welle) als Strom zugeführt, und die optische Ausgabe der roten Laserdiode **81** beträgt 90 mW, die optische Ausgabe der grünen Laserdiode **82** beträgt 60 mW und die Ausgabe der blauen Laserdiode **83** beträgt 50 mW. Die Umgebungstemperatur ist eine Temperatur, die von dem an Thermoelement **42** erfasst wird, das an dem Deckel **40** befestigt ist.

[0063] Wie in **Fig. 10** gezeigt, wenn sich die Umgebungstemperatur in einem ersten Umgebungstemperaturbereich **16A** von -40°C oder höher und weniger als -20°C befindet, wie in **Fig. 10** gezeigt (JA in **S15**), stellt der Temperatureinstellschritt die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** derart ein, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** ein erster Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist (**S16**). Der erste Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist in diesem Fall auf 10°C festgelegt. Das heißt, die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** wird derart eingestellt, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** 10°C beträgt.

[0064] Wenn sich die Umgebungstemperatur außerhalb des ersten Umgebungstemperaturbereichs **16A** befindet (NEIN in **S15**) und sich die Umgebungstemperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich **16B** von -20°C oder mehr und weniger als 70°C befindet (JA in **S17**), der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich **16A** ist, stellt der Temperatureinstellschritt die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** derart ein, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** ein zweiter Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, der höher als der erste Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist (**S18**). Der zweite Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist in diesem Fall auf 35°C festgelegt. Das heißt, die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** wird derart eingestellt, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** 35°C beträgt.

[0065] In dieser Ausführungsform umfasst der Temperatureinstellschritt weitere Schritte, um die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** einzustellen. Insbesondere umfasst der Schritt zur Temperatureinstellschritt insgesamt vier Schritte, wie im Nachfolgenden beschrieben, um die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** einzustellen.

[0066] Befindet sich die Umgebungstemperatur außerhalb des zweiten Umgebungstemperaturbereichs **16B** (NEIN in **S17**) und befindet sich die Umgebungstemperatur in einem dritten Umgebungstemperaturbereich **16C** von 70°C oder mehr und weniger als

90°C (JA in **S19**), der höher als der zweite Umgebungstemperaturbereich **16B** ist, stellt der Temperatureinstellschritt die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** derart ein, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** ein dritter Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, der höher als der zweite Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist (**S20**). Der dritte Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist in diesem Fall auf 50°C festgelegt. Das heißt, die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** wird derart eingestellt, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** 50°C beträgt.

[0067] Wenn die Umgebungstemperatur außerhalb des dritten Umgebungstemperaturbereichs **16C** liegt (NEIN in **S19**) und die Umgebungstemperatur in einem vierten Umgebungstemperaturbereich **16D** 90°C oder mehr und 105°C oder weniger beträgt (JA in **S21**), die höher als der dritte Umgebungstemperaturbereich **16C** ist, stellt der Temperatureinstellschritt die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** derart ein, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** ein vierter Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, der höher als der dritte Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist (**S22**). Der vierte Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist in diesem Fall auf 60°C eingestellt. Das heißt, die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** wird so eingestellt, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** 60°C beträgt.

[0068] Der Temperatureinstellschritt führt somit eine Steuerung zum Einstellen der Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** durch. Dies ergibt einen Stromverbrauch der TEC **30** von weniger als 5 W über einen weiten Temperaturbereich vom ersten Umgebungstemperaturbereich **16A** bis zum vierten Umgebungstemperaturbereich **16D**.

[0069] Anschließend wird durch Steuern des Stroms, der der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** zugeführt wird, gemäß dem Temperaturbereich der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83**, der im Schritt des Einstellens der Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** eingestellt wurde, die Ausgabe der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** geregelt (**S23**). Insbesondere wird die optische Ausgangsleistung der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** konstant gehalten, indem eine APC-Schaltung (Automatic Power Control) (nicht dargestellt) zur Änderung des Stroms angesteuert wird.

[0070] Im Nachfolgenden wird eine Beziehung zwischen dem Stromverbrauch und der Temperatur von sowohl der roten Laserdioden **81**, der grünen Laserdiode **82** als auch der blauen Laserdiode **83**, deren Ausgänge eingestellt wurden, beschrieben. **Fig. 11** zeigt ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen dem Stromverbrauch und der Temperatur der roten Laserdioden **81**, der grünen Laserdiode **82** sowie der blauen Laserdiode **83** darstellt. Auf der vertikalen Achse ist der Stromverbrauch (**W**) einer jeden Laserdiode und auf der horizontalen Achse die Temperatur ($^{\circ}$ C), die von dem Thermistor **43** erfasst wird, aufgetragen. Die von dem Thermistor **43** erfasste Temperatur ist die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20**, das heißt, die Temperatur von sowohl der roten Laserdioden **81**, der grünen Laserdiode **82** als auch der blauen Laserdiode **83**. Wie in **Fig. 11** gezeigt, nimmt der Stromverbrauch der roten Laserdiode **81**, der durch eine Linie **17A** dargestellt ist, mit steigender Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** bis zu einem gewissen Wert zu. Jedoch ist der Anstieg bezogen auf eine Verringerung des Stromverbrauchs des TECs **30**, die durch das Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls **1** erzielt wird, sehr klein. Der Stromverbrauch der grünen Laserdiode **82**, der durch eine Linie **17B** dargestellt wird, nimmt mit steigender Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** leicht zu, aber der Wert des Anstiegs ist geringer als jener der roten Laserdiode **81**. Der Stromverbrauch der blauen Laserdiode **83**, der durch eine Linie **17C** dargestellt wird, ändert sich mit steigender Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** nur sehr gering. Der gesamte Stromverbrauch der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** kann auf weniger als 2 W eingestellt werden.

[0071] Selbst wenn der Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements erhöht wird und der gesamte Stromverbrauch der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** nur leicht ansteigt, kann der Stromverbrauch des TECs **30** erheblich verringert und der gesamte Stromverbrauch reduziert werden. Insbesondere kann der gesamte Stromverbrauch auf weniger als 10 W eingestellt und die Größe der Wärmesenke **102** verringert werden.

[0072] Liegt die Umgebungstemperatur außerhalb des vierten Umgebungstemperaturbereichs **16D** in **S21** der **Fig. 9** (NEIN in **S21**), liegt die Umgebungstemperatur nicht in dem Bereich von -40° C bis 105° C. In diesem Fall wird beispielsweise eine Fehlerverarbeitung durchgeführt (**S24**).

[0073] Wie zuvor beschrieben, kann mit dem Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls **1** gemäß der zuvor erwähnten Ausführungsform der Erfindung der vorliegenden Anmeldung der Stromverbrauch und gleichzeitig die Systemgröße verringert werden.

[0074] Das zuvor beschriebene optische Modul **1** weist die nachfolgende Konfiguration auf. Das heißt, das optische Modul **1** umfasst die Lichtbildungseinheit **20** mit der Basisplatte **60**, die als ein Basiselement dient, und die rote Laserdiode **81**, die grüne Laserdiode **82** und die blaue Laserdiode **83**, die auf der Basisplatte **60** montiert und als ein lichtemittierendes Halbleiterelement dienen, wobei die Lichtbildungseinheit **20** konfiguriert ist, um Licht zu erzeugen und als eine lichtemittierende Einheit zu dienen; den Deckel **40** und den Sockel **10**, wobei der Deckel **40** das Austrittsfenster **41** aufweist, so dass Licht von der Lichtbildungseinheit **20** hindurchtreten kann, wobei der Deckel **40** konfiguriert ist, um die Lichtbildungseinheit **20** zu umgeben und als ein Schutzelement zu dienen; den TEC **30**, der konfiguriert ist, um die Temperaturen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** einzustellen; den Thermistor **43**, der konfiguriert ist, um die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** zu erfassen und als ein Temperaturdetektor für die lichtemittierende Einheit zu dienen; und das Thermoelement **42**, das konfiguriert ist, um die Temperatur der Umgebung, in der sich die Lichtbildungseinheit **20** befindet, zu erfassen, wobei das Thermoelement **42** als ein Umgebungstemperaturdetektor dient.

[0075] In dem zuvor beschriebenen optischen Modul **1** kann der TEC **30** die Temperatur der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** einstellen. Zudem kann der Thermistor **43** die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** erfassen, und das Thermoelement **42** kann die Temperatur der Umgebung, in der sich Lichtbildungseinheit **20** befindet, erfassen. Durch Verwenden der erfassten Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** und der erfassten Temperatur der Umgebung, in der sich die Lichtbildungseinheit **20** befindet, das heißt, in der die erfasste Temperatur der lichtemittierenden Einheit und die erfasste Temperatur der Umgebung, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet, verwendet werden, kann eine geeignete Verringerung der Systemgröße und des Stromverbrauchs erzielt werden.

[0076] Insbesondere werden die Temperaturinformationen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** von der Temperatur der Lichtbildungseinheit **20**, die durch den Thermistor **43** erfasst wird, ausgegeben, werden die Temperaturinformationen von der Umgebungstemperatur der Lichtbildungseinheit **20**, die von dem Thermoelement **42** erfasst wird, ausgegeben und wird die Ausgabe des TECs **30** auf der Grundlage der ausgegebenen Temperaturinformationen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** sowie der ausgegebenen Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur gesteuert. Bei der Steuerung der Ausgabe des TECs **30**, wenn sich die Umgebungstemperatur in ei-

nem ersten Umgebungstemperaturbereich befindet, wird die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** derart eingestellt, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** ein erster Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, und wenn sich die Umgebungstemperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich befindet, der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich ist, wird die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** derart eingestellt, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** der zweite Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, der höher als der erste Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist. Dadurch kann der Stromverbrauch des TECs **30** während der Temperatureinstellung verringert werden. Auch hier kann die Steuerung durchgeführt werden, indem der Umgebungstemperaturbereich in vier Abschnitte unterteilt wird.

[0077] In dem zuvor beschriebenen optischen Modul **1** ist das Thermoelement **42** am Außenumfang des Deckels **40** befestigt. Dadurch sind eine genaue Erfassung der Temperatur der Umgebung, in der sich die Lichtbildungseinheit **20** befindet, sowie eine geeignete Verringerung des Stromverbrauchs möglich.

[0078] Obwohl die Steuerung durchgeführt wird, indem der Umgebungstemperaturbereich gemäß der zuvor beschriebenen Ausführungsform in vier Abschnitte unterteilt wird, ist der Aufbau nicht darauf beschränkt. Die Steuerung kann durchgeführt werden, indem der Umgebungstemperaturbereich in drei Abschnitte unterteilt wird, oder indem der Umgebungstemperaturbereich in zwei Abschnitte unterteilt wird. Wird der Umgebungstemperaturbereich in zwei Abschnitte unterteilt, kann zum Beispiel ein erster Umgebungstemperaturbereich in einem Bereich liegen, der erhalten wird, indem der erste Umgebungstemperaturbereich **16A** und der zweite Umgebungstemperaturbereich **16B** kombiniert werden, oder genauer gesagt, ein Bereich von -40°C und mehr und weniger als 70°C , und ein zweiter Umgebungstemperaturbereich kann ein Bereich sein, der erhalten wird, indem der dritte Umgebungstemperaturbereich **16C** und der vierte Umgebungstemperaturbereich **16D** kombiniert werden, oder genauer gesagt, ein Bereich von 70°C oder mehr und 105°C oder weniger. Die zuvor beschriebene Steuerung kann durchgeführt werden, indem der Umgebungstemperaturbereich in fünf oder mehr Abschnitte unterteilt wird. Dadurch ist es möglich, eine genauere Temperatursteuerung und eine wirksame Verringerung des Stromverbrauchs zu erzielen.

[0079] Obwohl beispielsweise der erste Temperaturbereich des ersten lichtemittierenden Halbleiterelements **1** auf einen Bereich von 10°C in der zuvor

beschriebenen Ausführungsform eingestellt wird, ist der Temperaturbereich nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann die Steuerung über einen weiteren Temperaturbereich von 5°C bis 15°C durchgeführt werden.

[0080] In der zuvor beschriebenen Ausführungsform kann der erste Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements und der zweite Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements jeweils innerhalb von $\pm 3^{\circ}\text{C}$ eines Mittelwertes liegen. Das heißt, beispielsweise ist der zweite Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements, wie zuvor beschrieben, ein Temperaturbereich von 32°C oder mehr und 38°C oder weniger, wobei 35°C den mittleren Wert bilden. Dies ermöglicht eine noch bessere Steuerung.

[0081] Zudem ist in der zuvor beschriebenen Ausführungsform die Reihenfolge, in der der Schritt des Erfassens der Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** mit der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** und des Ausgebens der Temperaturinformationen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83**, und der Schritt des Erfassens der Umgebungstemperatur, die die Temperatur der Umgebung ist, in der sich die Lichtbildungseinheit **20** befindet, und des Ausgebens der Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur durchgeführt werden, nicht besonders beschränkt. Diese Schritte können in umgekehrter Reihenfolge oder gleichzeitig durchgeführt werden. Für eine sehr genaue Steuerung können diese Schritte in so kurzen Abständen wie möglich durchgeführt werden.

[0082] In der zuvor beschriebenen Ausführungsform kann die Steuerung in dem optischen Modul **1** mit nur der roten Laserdiode **81** durchgeführt werden. Die Steuerung kann in dem optischen Modul **1** mit nur der grünen Laserdiode **82** oder in dem optischen Modul **1** mit nur der blauen Laserdiode **83** durchgeführt werden. Das Gleiche gilt für die optische Modul **1**, das eine Infrarotlaserdiode umfasst.

[0083] Obwohl die durch das Thermoelement **42** erfasste Temperatur als die Umgebungstemperatur in der zuvor beschriebenen Ausführungsform definiert ist, kann die Temperatur der Wärmesenke **102** als die Umgebungstemperatur definiert werden, oder die Umgebungstemperatur des optischen Moduls **1** und des Wärmeableitungssystems **101** können als die Umgebungstemperatur definiert werden.

[0084] Die Position, an der das Thermoelement **42** befestigt wird, ist nicht auf den Außenumfang **40A** mit dem Austrittsfenster **41** beschränkt. Beispielsweise kann das Thermoelement **42** an eine Oberfläche des Deckels **40**, die normal zum Außenumfang **40A** mit dem Austrittsfenster **41** ist, befestigt werden.

[0085] Obwohl das lichtemittierende Halbleiterelement ein Halbleiterlaser in der zuvor beschriebenen Ausführungsform ist, ist das lichtemittierende Halbleiterelement nicht darauf beschränkt und kann beispielsweise eine Leuchtdiode sein.

[0086] Eine optische Moduleinheit, die das Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls **1** gemäß der zuvor beschriebenen Ausführungsform verwendet, kann beispielsweise wie folgt ausgebildet sein. **Fig. 12** ist ein Blockdiagramm eines Beispiels der optischen Moduleinheit, die das Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls **1** verwendet. Wie in **Fig. 12** gezeigt, umfasst die optische Moduleinheit **110** eine Steuerung **111**, die als eine Verarbeitungseinheit dient, das optische Modul **1** und das zuvor beschriebene Wärmeableitungssystem **101**. Die Steuerung **111** ist beispielsweise durch eine Zentraleinheit (CPU) gebildet und umfasst einen Hauptspeicher (nicht dargestellt), der als eine Speichereinheit dient, die vorübergehend Daten speichert. Die Steuerung **111** steuert den gesamten Betrieb der optischen Moduleinheit **110**. Die Steuerung **111** steuert das Wärmeableitungssystem **101**. Beispielsweise steuert die Steuerung **111** den Betrieb des Lüfters **104**. Die Steuerung **111** ist mit dem optischen Modul **1** über den Verbinder **105**, der in dem Wärmeableitungssystem **101** enthalten ist, elektrisch verbunden. Die Steuerung **111** realisiert die Verarbeitung mit dem Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls **1**. Insbesondere umfasst die Steuerung **111** eine erste Verarbeitungseinheit **111A**, die ausgebildet ist, um die Temperatur der lichtemittierenden Einheit mit dem lichtemittierenden Halbleiterlaserelement zu erfassen und die Temperaturinformationen der lichtemittierenden Halbleitereinheit derart zu verarbeiten, dass die Temperaturinformationen ausgegeben werden; eine zweite Verarbeitungseinheit **111B**, die konfiguriert ist, um eine Umgebungstemperatur zu erfassen, die die Temperatur der Umgebung ist, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet, und um die Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur derart zu verarbeiten, dass die Temperaturinformationen ausgegeben werden; und eine dritte Verarbeitungseinheit **111C**, die konfiguriert ist, um die Ausgabe des elektronischen Kühlmoduls auf der Grundlage der Temperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements, die durch die erste Verarbeitungseinheit **111A** derart verarbeitet werden, dass sie ausgegeben werden, und der Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur, die durch die zweite Verarbeitungseinheit **111B** derart verarbeitet werden, dass sie ausgegeben werden, zu steuern und die Temperatur der lichtemittierenden Einheit einzustellen. Wenn die Umgebungstemperatur in einem ersten Umgebungstemperaturbereich liegt, stellt die dritte Verarbeitungseinheit **111C**, die ausgebildet ist, um die Temperatur der lichtemittierenden Einheit einzustellen, die Temperatur der lichtemittierenden Einheit derart ein, dass der Tempera-

turbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein erster Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, und wenn die Umgebungstemperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich liegt, der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich ist, stellt die dritte Verarbeitungseinheit **111C** die Temperatur der lichtemittierenden Einheit derart ein, dass der Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein zweiter Umgebungstemperaturbereich ist, der höher als der erste Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist. In diesem Fall kann die erste Verarbeitungseinheit **111A** ausgebildet sein, um zu einem vorbestimmten Zeitpunkt unter Verwendung des Thermistors **43**, der in dem optischen Modul **1** enthalten ist, die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** zu erfassen, die als die lichtemittierende Einheit dient und die rote Laserdiode **81**, die grüne Laserdiode **82** und die blaue Laserdiode **83**, die als das lichtemittierende Halbleiterelement dienen, umfasst, und die Temperaturinformationen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** derart zu verarbeiten, dass die Temperaturinformationen ausgegeben werden. Auch die zweite Verarbeitungseinheit **111B** kann ausgebildet sein, um zu einem vorbestimmten Zeitpunkt unter Verwendung des Thermoelements **42**, das in dem optischen Modul **1** enthalten ist, die Umgebungstemperatur zu erfassen, die die Temperatur der Umgebung ist, in der sich die Lichtbildungseinheit **20** als die lichtemittierende Einheit befindet, und die Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur derart zu verarbeiten, dass die Temperaturinformationen ausgegeben werden.

[0087] Die optische Moduleinheit kann die nachfolgende Konfiguration aufweisen, die nicht das Wärmeableitungssystem **101** und dergleichen, wie zuvor beschrieben, umfasst. **Fig. 13** zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Konfiguration einer optischen Moduleinheit **3** gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 14** zeigt ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration einer Steuerung darstellt, die die optische Moduleinheit **3**, die in **Fig. 13** gezeigt ist, umfasst.

[0088] Mit Bezug auf die **Fig. 13** und **Fig. 14** umfasst die optische Moduleinheit **3** gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung das optische Modul **1**, das wie zuvor beschrieben ausgebildet ist, und eine Steuerung **4**, die ausgebildet ist, um das optische Modul **1** zu steuern. Das optische Modul **1** umfasst die Lichtbildungseinheit **20** und den TEC **30**. Die Lichtbildungseinheit **20** dient als eine lichtemittierende Einheit, die ausgebildet ist, um Licht zu erzeugen, und umfasst die Basisplatte **60**, die als ein Basiselement dient, und die rote Laserdiode **81**, die grüne Laserdiode **82** und die blaue Laserdiode **83**, die auf der Basisplatte **60** montiert sind und als ein lichtemittierendes Halbleiterelement dienen. Der TEC **30** stellt die Temperaturen der roten Laserdiode

81, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** ein. In **Fig. 13** ist die Steuerung **4** durch eine punktgestrichelte Linie dargestellt. Die Steuerung **4** umfasst eine erste Verarbeitungseinheit **4A**, die konfiguriert ist, um die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** zu erfassen und die Temperaturinformationen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** derart zu verarbeiten, dass die Temperaturinformation ausgegeben werden; eine zweite Verarbeitungseinheit **4B**, die konfiguriert ist, um eine Umgebungstemperatur zu erfassen, die die Temperatur der Umgebung ist, in der sich die Lichtbildungseinheit **20** befindet, um die Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur auszugeben; und eine dritte Verarbeitungseinheit **4C**, die konfiguriert ist, um die Ausgabe des TECs **30** auf der Grundlage der Temperaturinformationen der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** zu steuern, die von der ersten Verarbeitungseinheit **4A** ausgegeben werden, und die Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur, die von der zweiten Verarbeitungseinheit **4B** ausgegeben werden, zu steuern und die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** einzustellen. Wenn die Umgebungstemperatur in einem ersten Umgebungstemperaturbereich liegt, stellt die dritte Verarbeitungseinheit **4C** die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** derart ein, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** ein erster Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, und wenn die Umgebungstemperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich liegt, der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich ist, stellt die dritte Verarbeitungseinheit **4C** die Temperatur der Lichtbildungseinheit **20** derart ein, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **81**, der grünen Laserdiode **82** und der blauen Laserdiode **83** ein zweiter Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, der höher als der erste Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist. Die optische Moduleinheit **3**, die wie zuvor beschrieben ausgebildet ist, kann auch den Stromverbrauch und gleichzeitig die Systemgröße verringern.

[0089] Eine optische Moduleinheit gemäß einer noch weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann den nachfolgenden Aufbau aufweisen. Das heißt, mit Bezug auf **Fig. 15**, ist das optische Modul **1**, das in der optischen Moduleinheit **5** enthalten ist, ohne Thermoelement **42** ausgebildet, aber ansonsten ähnlich wie in **Fig. 1** gezeigt. Wenn in diesem Fall eine Umgebungstemperatur, die die Temperatur der Umgebung ist, in der sich die Lichtbildungseinheit **20** befindet, erfasst wird und die Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur ausgegeben werden, erfasst die zweite Verarbeitungseinheit **4B** die Umgebungstemperatur des optischen Moduls **1** als die Umgebungstemperatur und gibt die Temperatur-

informationen der Umgebungstemperatur aus. Dieser Aufbau kann ebenfalls den Stromverbrauch und gleichzeitig die Systemgröße verringern.

[0090] Die Konfiguration des zuvor beschriebenen optischen Moduls gilt auch für die nachfolgend beschriebene Konfiguration. Die **Fig. 16**, **Fig. 17** und **Fig. 18** veranschaulichen eine Konfiguration eines optischen Moduls, das durch ein Steuerverfahren für optische Module gesteuert wird, gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 17** zeigt eine Ansicht der **Fig. 16**, ohne einen Deckel **140**. **Fig. 18** zeigt eine Querschnittsansicht entlang einer Linie **XVIII-XVIII** in **Fig. 17**.

[0091] Wie in **Fig. 16** bis **Fig. 18** gezeigt, umfasst ein optisches Modul **102** gemäß der vorliegenden Ausführungsform einen Sockel **112** mit einer Scheibenform; eine Lichtbildungseinheit **120**, die auf einer Hauptfläche **112A** des Sockels **112** angeordnet ist und als eine lichtemittierende Einheit dient, die konfiguriert ist, um Licht zu erzeugen; und eine Vielzahl von Anschlussstiften **151**, die auf der einen Hauptfläche **112A** des Sockels **112** in Kontakt damit angeordnet ist, um die Lichtbildungseinheit **20** zu bedecken und von sowohl der ersten Hauptfläche **112A** als auch der anderen Hauptfläche **112B** des Sockels **112** vorzustehen. Der Sockel **112** und der Deckel **140** werden durch ein Verfahren, wie Yttrium-Aluminium-Granat (YAG) - Laserschweißen oder Widerstandsschweißen luftdicht miteinander verschweißt. Das heißt, die Lichtbildungseinheit **120** ist durch den Sockel **112** und den Deckel **140** hermetisch abgedichtet.

[0092] Ein feuchtigkeitsreduziertes (oder feuchtigkeitsabführendes) Gas, wie beispielsweise Trockenluft oder Trockenstickstoff, wird in dem vom Sockel **112** und dem Deckel **140** umgebenen Raum abgedichtet. Der Deckel **140** weist ein Austrittsfenster **141** auf, das ein Durchgangsloch ist, durch das das Licht der Lichtbildungseinheit **120** hindurchtreten kann. Das Austrittsfenster **141** ist mit einer durchlässigen Platte **142** in der Form einer flachen Platte (oder Scheibe) mit parallelen Hauptflächen ausgebildet und derart konfiguriert, dass das von der Lichtbildungseinheit **120** gebildete Licht durchgelassen wird. Die durchlässige Platte **142** ist beispielsweise aus Glas gebildet. Der Sockel **112** und der Deckel **140** bilden ein Schutzelement.

[0093] Der Deckel **140** weist ein harzgegossenes Thermoelement **146** zum Erfassen der Temperatur des Deckels **140** auf. Das Thermoelement **146** ist an der Oberfläche des Deckels **140** mit dem Austrittsfenster **141** befestigt. Das heißt, das Thermoelement **146** ist an dem Außenumfang **140A** des Deckels **140** befestigt. Mit dem Thermoelement **146** kann die Umgebungstemperatur der Lichtbildungseinheit **120** als eine Umgebungstemperatur erfasst werden und

als Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur ausgegeben werden. Die Umgebungstemperatur der Lichtbildungseinheit **120** ist auch die Umgebungstemperatur des optischen Moduls **102**.

[0094] Wie in **Fig. 17** gezeigt, umfasst die Lichtbildungseinheit **120** eine Basisplatte **160**, die eine rechteckige Plattenform und als das Basiselement dient, und einen Basisblock **161**, der eine halbkreisförmige Säulenform aufweist und als das Basiselement dient. Ein TEC **130**, der als das elektronische Kühlmodul dient, ist zwischen der Basisplatte **160** und dem Basisblock **161** angeordnet. Der TEC **130** weist die gleiche Konfiguration wie der in **Fig. 2** gezeigte TEC **30** auf. Der Basisblock **161** ist an der halbkreisförmigen Bodenfläche mit der anderen Hauptfläche **112A** des Sockels **112** befestigt. Die Basisplatte **160** ist an dem Basisblock **161** befestigt, wobei der TEC **130** dazwischen angeordnet ist. Der TEC **130** ist somit zwischen der Basisplatte **160** und dem Basisblock **161** angeordnet. Die eine Hauptfläche **112A** des Sockels **112** und die Basisplatte **160** sowie der TEC **130** sind mit einem kleinen Spalt dazwischen vorgesehen. Dies dient dazu, einen Kontakt der Basisplatte **160** und des TECs **130** mit der einen Hauptfläche **112A** des Sockels **112** zu verhindern. Eine Montagefläche **160A** ist derart angeordnet, dass sie die eine Hauptfläche **112A** des Sockels **112** schneidet, oder genauer gesagt, ist sie senkrecht zu der einen Hauptfläche **112A** angeordnet. Die eine Hauptfläche **112A** und die andere Hauptfläche **112B** des Sockels **112** verlaufen entlang der **XY**-Ebene. Die Montagefläche **160A** verläuft entlang der **XZ**-Ebene.

[0095] Ein erster Submount **171** mit einer flachen Plattenform ist auf der Montagefläche **160A** vorgesehen. Eine rote Laserdiode **181** ist auf dem ersten Submount **171** angeordnet. Die rote Laserdiode **181** emittiert rotes Licht. Der erste Submount **171** und die rote Laserdiode **181** sind derart angeordnet, dass sich das Licht von der roten Laserdiode **181** entlang einer Seite (einer ersten Seite) der Montagefläche **160A** bewegen kann.

[0096] Ein zweiter Submount **172** mit einer flachen Plattenform ist auf der Montagefläche **160A** angeordnet. Eine grüne Laserdiode **182** ist auf dem zweiten Submount **172** vorgesehen. Die grüne Laserdiode **182** emittiert grünes Licht. Der zweite Submount **172** und die grüne Laserdiode **182** sind derart angeordnet, dass sich das Licht von der grünen Laserdiode **182** entlang einer anderen Seite (einer zweiten Seite) der Montagefläche **160A**, die die zuvor beschriebene erste Seite schneidet, bewegen kann. Der zweite Submount **172** und die grüne Laserdiode **182** sind derart angeordnet, dass sich das Licht von der grünen Laserdiode **182** in eine Richtung bewegen kann, die das Licht der roten Laserdiode **181** schneidet (orthogonal dazu).

[0097] Ein dritter Submount **173** mit einer flachen Plattenform ist auf der Montagefläche **160A** vorgesehen. Die blaue Laserdiode **183** ist auf dem dritten Submount **173** angeordnet. Die blaue Laserdiode **183** emittiert blaues Licht. Der dritte Submount **173** und die blaue Laserdiode **183** sind derart angeordnet, dass sich das Licht von der blauen Laserdiode **183** entlang der zweiten Seite der Montagefläche **160A** bewegen kann. Der dritte Submount **173** und die blaue Laserdiode **183** sind derart angeordnet, dass sich das Licht von der blauen Laserdiode **183** in eine Richtung bewegen kann, die sich mit dem Licht von der roten Laserdiode **181** schneidet (orthogonal dazu). Der dritte Submount **173** und die blaue Laserdiode **183** sind derart angeordnet, dass sich das Licht von der blauen Laserdiode **183** in eine Richtung entlang des Lichts von der grünen Laserdiode **182** bewegen kann (das heißt, in einer Richtung parallel zu dem Licht von der grünen Laserdiode **182**).

[0098] Die Höhen der optischen Achsen der roten Laserdiode **181**, der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183** (die Abstände zwischen der Montagefläche **160A** (Bezugsfläche) und den optischen Achsen oder die Abstände mit Bezug auf die Bezugsfläche in der **Y**-Achsenrichtung) werden durch den ersten Submount **171**, den zweiten Submount **172** und den dritten Submount **173** auf die gleiche Höhe eingestellt. Die rote Laserdiode **181** emittiert Licht in der **Z**-Richtung. Die grüne Laserdiode **182** und die blaue Laserdiode **183** emittieren Licht in der **X**-Richtung. Die Lichtemissionsrichtung der roten Laserdiode **181** schneidet die Lichtemissionsrichtungen der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183**. Genauer gesagt ist die Lichtemissionsrichtung der roten Laserdiode **181** orthogonal zu den Lichtemissionsrichtungen der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183**. Eine Hauptfläche des dritten Submounts **173**, auf dem die blaue Laserdiode **183** montiert ist, eine Hauptfläche des zweiten Submounts **172**, auf der die grüne Laserdiode **182** montiert ist, und eine Hauptfläche des ersten Submounts **171**, auf der die rote Laserdiode **181** montiert ist, sind parallel zueinander.

[0099] Ein Thermistor **143** ist auf der Montagefläche **160A** angeordnet. Der Thermistor **143** ist auf einer Seite der Montagefläche **160A** benachbart zu der einen Hauptfläche **120A** des Sockels **112** angeordnet und derart positioniert, um den ersten Submount **171**, den zweiten Submount **172**, den dritten Submount und einen ersten Filter **191** und einen zweiten Filter **192**, wie im Nachfolgenden beschrieben, zu vermeiden. Der Thermistor **143** erfasst die Temperatur der Lichtbildungseinheit **120**, die die rote Laserdiode **181**, die grüne Laserdiode **182** und die blaue Laserdiode **183** umfasst, und gibt die Temperaturinformationen der Lichtbildungseinheit **120** aus.

[0100] Der erste Filter **191** ist in einem Bereich der Montagefläche **160A** entsprechend einer Position, an das Licht, das von der roten Laserdiode **181** emittiert wird, das Licht, das von der grünen Laserdiode **182** emittiert wird, schneidet, angeordnet. Der zweite Filter **192** ist in einem Bereich der Montagefläche **160A** entsprechend einer Position, an der das Licht von der roten Laserdiode **181** das Licht von der blauen Laserdiode **183** schneidet, angeordnet. Der erste Filter **191** und der zweite Filter **192** weisen jeweils eine flache Plattenform mit parallelen Hauptflächen zueinander auf. Der erste Filter **191** und der zweite Filter **192** sind beispielsweise Wellenlängenauswahlfilter. Der erste Filter **191** und der zweite Filter **192** sind dielektrische Mehrschichtfilter.

[0101] Der erste Filter **191** überträgt rotes Licht und reflektiert grünes Licht. Der zweite Filter **192** überträgt rotes Licht und grünes Licht und reflektiert blaues Licht. Der erste Filter **191** und der zweite Filter **192** übertragen und reflektieren somit selektiv Licht einer bestimmten Wellenlänge. Der erste Filter **191** und der zweite Filter **192** verbinden somit Lichtstrahlen, die von der roten Laserdiode **181**, der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183** ausgegeben werden.

[0102] Die Hauptflächen des ersten Filters **191** und des zweiten Filters **192** sind mit Bezug auf die **Z**-Richtung und die **X**-Richtung geneigt. Genauer gesagt sind die Hauptflächen des ersten Filters **191** und des zweiten Filters **192** um 45° von der **Z**-Richtung (das heißt, die Lichtemissionsrichtung der roten Laserdiode **181**) und der **X**-Richtung (das heißt, die Lichtemissionsrichtung der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183**) geneigt.

[0103] Das von der roten Laserdiode **181** emittierte Licht erreicht den ersten Filter **191** und den zweiten Filter **192**, ohne durch eine Linse zu verlaufen. Das von der grünen Laserdiode **182** emittierte Licht erreicht den ersten Filter **191** und den zweiten Filter **192**, ohne eine Linse zu durchlaufen. Das von der blauen Laserdiode **183** emittierte Licht erreicht den zweiten Filter **192**, ohne eine Linse zu durchlaufen. Das heißt, es ist keine Linse zwischen der roten Laserdiode **181** und dem ersten Filter **191**, keine Linse zwischen der grünen Laserdiode **182** und dem ersten Filter **191**, und keine Linse zwischen der blauen Laserdiode **183** und dem zweiten Filter angeordnet. Das Licht von der roten Laserdiode **181**, der grünen Laserdiode **182** sowie der blauen Laserdiode **183** erreicht das Austrittsfenster **141**, ohne irgendeine Linse zu durchlaufen.

[0104] Im Nachfolgenden wird der Betrieb des optischen Moduls **102** gemäß der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Wie in **Fig. 18** gezeigt, bewegt sich das rote Licht, das von roten Laserdiode **181** emittiert wird, entlang eines optischen Pfads **L11**

und tritt in den ersten Filter **191** ein. Da der erste Filter **191** rotes Licht überträgt, bewegt sich das von der roten Laserdiode **181** emittierte Licht weiter entlang eines optischen Pfads **L12** und tritt in den zweiten Filter **192** ein. Da der zweite Filter **192** rotes Licht überträgt, bewegt sich das von der roten Laserdiode **181** emittierte Licht weiter entlang eines optischen Pfads (**L13**), tritt durch die durchlässige Platte **142**, die in dem Austrittsfenster **141** des Deckels **140** angeordnet ist, und verlässt das optische Modul **102**.

[0105] Das von der grünen Laserdiode **182** emittierte grüne Licht bewegt sich entlang eines optischen Pfads **L14** und tritt in den ersten Filter **191** ein. Da der erste Filter **191** grünes Licht reflektiert, verbindet sich das von der grünen Laserdiode **182** emittierte grüne Licht mit dem optischen Pfad **L12**. Das grüne Licht verbindet sich somit coaxial mit dem roten Licht, bewegt sich entlang des optischen Pfads **L12** und tritt in den zweiten Filter **192** ein. Da der zweite Filter **192** grünes Licht überträgt, bewegt sich das von der grünen Laserdiode **182** emittierte Licht weiter entlang des optischen Pfads (**L13**), tritt durch die durchlässige Platte **142**, die in dem Austrittsfenster **141** des Deckels **140** ist, hindurch und verlässt das optische Modul **102**.

[0106] Das von der blauen Laserdiode **183** emittierte blaue Licht bewegt sich entlang eines optischen Pfads **L15** und tritt in den zweiten Filter **192** ein. Da der zweite Filter **192** blaues Licht reflektiert, verbindet sich das von der blauen Laserdiode **183** emittierte Licht mit dem optischen Pfad **L13**. Das blaue Licht verbindet sich somit mit dem roten Licht und dem grünen Licht, bewegt sich entlang des optischen Pfads **L13**, tritt durch die durchlässige Platte **142** hindurch, die in dem Austrittsfenster **141** des Deckels **140** vorgesehen ist, und verlässt das optische Modul **102**.

[0107] Somit wird Licht, das durch die Kombination des roten, grünen und blauen Lichts gebildet wird, durch das Austrittsfenster **141** des Deckels **140** abgegeben. Das von der roten Laserdiode **181**, der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183** abgegebene Licht ist divergentes Licht. Licht, das den ersten Filter **191** erreicht, ohne durch eine Linse zu verlaufen, und Licht, das den zweiten Filter **192** erreicht, ohne eine Linse zu durchlaufen, werden durch den ersten Filter **191** und den zweiten Filter **192** coaxial kombiniert. Das heißt, divergente Lichtstrahlen von der roten Laserdiode **181**, der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183** werden direkt empfangen und coaxial durch den ersten Filter **191** und dem zweiten Filter **192** kombiniert.

[0108] Der erste Filter **191** und der zweite Filter **192** werden hinsichtlich der Position und Ausrichtung unter Verwendung von beispielsweise einer Bezugslinse und einer CCD-Kamera (Charge Coupled Device) so eingestellt, dass Lichtstrahlen der roten Laserdi-

ode **181**, der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183** mit einem vorgegebenen Bezugspunkt übereinstimmen. Anschließend wird der Deckel **140** am Sockel **112** befestigt.

[0109] Die zuvor beschriebene Konfiguration wird auch für das Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls **102** mit diesem Aufbau verwendet. Das heißt, das Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls **102** umfasst einen Schritt des Erfassens der Temperatur der Lichtbildungseinheit **120**, die als eine lichtemittierende Einheit dient und die rote Laserdiode **181**, die grüne Laserdiode **182** und die blaue Laserdiode **183**, die als ein lichtemittierendes Halbleiterelement dienen, umfasst und des Ausgebens der Temperaturinformationen der roten Laserdiode **181**, der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183**; einen Schritt des Erfassens einer Umgebungstemperatur, die eine Temperatur der Umgebung ist, in der sich die Lichtbildungseinheit **120** befindet, und des Ausgebens der Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur; und einen Schritt des Steuerns der Ausgabe des TECs **130** auf der Grundlage der Temperaturinformationen der roten Laserdiode **181**, der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183** und der Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur, sowie des Einstellens der Temperatur der Lichtbildungseinheit **120**. In dem Schritt des Einstellens der Temperatur der Lichtbildungseinheit **120**, wenn sich die Umgebungstemperatur in einem ersten Umgebungstemperaturbereich befindet, wird die Temperatur der Lichtbildungseinheit **120** derart eingestellt, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **181**, der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183** ein erster Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, und wenn die Umgebungstemperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich liegt, der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich ist, wird die Temperatur der Lichtbildungseinheit **120** derart eingestellt, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **181**, der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183** ein zweiter Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, der höher als der erste Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist. Dieses Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls kann den Stromverbrauch und gleichzeitig die Systemgröße verringern. Auch hier kann, wie zuvor beschrieben, die Steuerung durchgeführt werden, indem der Umgebungstemperaturbereich in vier Abschnitte unterteilt wird.

[0110] Eine optische Moduleinheit mit dem optischen Modul **102**, das wie zuvor beschrieben konfiguriert ist, ist wie folgt. Das heißt, wie in **Fig. 19** gezeigt, umfasst die optische Moduleinheit **5** das wie zuvor beschrieben konfigurierte optische Modul **102** und die Steuerung **4** zum Steuern des optischen Moduls **102**. Das optische Modul **102** umfasst die Lichtbildungseinheit **120** und den TEC **130**. Die Lichtbil-

dungseinheit **120** dient als lichtemittierende Einheit, die zum Bilden von Licht konfiguriert ist, und umfasst die Basisplatte **160** und den Basisblock **161**, der als Grundelement dient, und die rote Laserdiode **181**, die grüne Laserdiode **182** und die blaue Laserdiode **183**, die auf der Grundplatte **160** montiert sind und als lichtemittierendes Halbleiterelement dienen. Der TEC **130** passt die Temperaturen der roten Laserdiode **181**, der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183** an. Die Steuerung **4** umfasst die erste Verarbeitungseinheit **4A**, die konfiguriert ist, um die Temperatur der Lichtbildungseinheit **120** zu erfassen und die Temperaturinformationen der roten Laserdiode **181**, der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183** derart zu steuern, dass die Temperaturinformationen ausgegeben werden; die zweite Verarbeitungseinheit **4B** ist konfiguriert, um eine Umgebungstemperatur zu erfassen, die die Temperatur der Umgebung ist, in der sich die Lichtbildungseinheit **120** befindet, und die Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur auszugeben; und die dritte Verarbeitungseinheit **4C** ist konfiguriert, um die Ausgabe des TECs **130** auf der Grundlage der Temperaturinformationen der roten Laserdiode **181**, der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183**, die von der ersten Verarbeitungseinheit **4A** ausgegeben werden, und den Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur, die von der zweiten Verarbeitungseinheit **4B** ausgegeben werden, zu steuern, und die Temperatur der Lichtbildungseinheit **120** einzustellen. Wenn die Umgebungstemperatur in einem ersten Umgebungstemperaturbereich liegt, stellt die dritte Verarbeitungseinheit **4C** die Temperatur der Lichtbildungseinheit **120** derart ein, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **181**, der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183** ein erster Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, und wenn die Umgebungstemperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich liegt, der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich ist, stellt die dritte Verarbeitungseinheit **4C** die Temperatur der Lichtbildungseinheit **120** derart ein, dass der Temperaturbereich der roten Laserdiode **181**, der grünen Laserdiode **182** und der blauen Laserdiode **183** ein zweiter Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist, der höher als der erste Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ist. Die optische Moduleinheit **5** mit dieser Konfiguration kann ebenfalls den Stromverbrauch und gleichzeitig die Systemgröße verringern.

[0111] Es versteht sich, dass die hierin offenbarten Ausführungsformen und Beispiele in allen Aspekten der Veranschaulichung dienen und in keinerlei Hinsicht einschränkend sind. Der Umfang der vorliegenden Erfindung wird vielmehr durch die beigefügten Ansprüche als durch die obige Beschreibung definiert. Alle Änderungen, die innerhalb der beigefügten Ansprüche und deren Bedeutung und Umfang vorge-

nommen werden, fallen unter den Umfang der vorliegenden Erfindung.

Bezugszeichenliste

1, 102: optisches Modul, 3, 5, 110: optische Modulinheit, 4, 111: Steuerung, 4A, 111A: erste Verarbeitungseinheit, 4B, 111B: zweite Verarbeitungseinheit, 4C, 111C: dritte Verarbeitungseinheit, 10, 112: Sockel, 10A, 112A: eine Hauptfläche, 10B, 112B: die andere Hauptfläche, 11A, 11B, 11C, 11D, 11E, 11F, 11G, 11H, 11J, 11K, 12A, 12B, 12C, 12D, 12E, 12F, 12G, 12H, 12J, 12K, 13A, 13B, 14A, 14B, 14C, 14D, 15A, 15B, 15C, 15D, 17A, 17B, 17C: Linie, 16A: erster Umgebungstemperaturbereich, 16B: zweiter Umgebungstemperaturbereich, 16C: dritter Umgebungstemperaturbereich, 16D: vierter Umgebungstemperaturbereich, 20, 120: Lichtbildungseinheit, 30, 130: elektronisches Kühlmodul (oder thermoelektrischer Kühler (TEC)), 31: Wärmeabsorptionsplatte, 32: Wärmeabführplatte, 33: Halbleitersäule, 40, 140: Deckel, 41, 141: Austrittsfenster, 42, 146: Thermoelement, 43, 143: Thermistor, 44: Thermistor-Montagebereich, 51, 151: Anschlussstift, 60, 160: Basisplatte, 60A, 160A: eine Hauptfläche, 60B, 160B: die andere Hauptfläche, 61: Basisbereich, 62: Chip-Montagebereich, 63: erster Chip-Montagebereich, 64: zweiter Chip-Montagebereich, 71, 171: erster Submount, 72, 172: zweiter Submount, 73, 173: dritter Submount, 74: vierter Submount, 75: fünfter Submount, 76: sechster Submount, 77: erster Linsenhalter, 78: zweiter Linsenhalter, 79: dritter Linsenhalter, 81, 181: rote Laserdiode, 82, 182: grüne Laserdiode, 83, 183: blaue Laserdiode, 88: erster erhöhter Bereich, 89: zweiter erhöhter Bereich, 91: erste Linse, 92: zweite Linse, 93: dritte Linse, 91A, 92A, 93A: Linsenabschnitt, 94: erste Fotodiode, 95: zweite Fotodiode, 96: dritte Fotodiode, 94A, 95A, 96A: Lichtempfangsabschnitt, 97, 191: erster Filter, 98, 192: zweiter Filter, 101: Wärmeableitungssystem, 102: Wärmesenke, 103: Halteplatte, 103A: erster Führungsabschnitt, 103B: zweiter Führungsabschnitt, 103C: dritter Führungsabschnitt, 104: Lüfter, 105: Verbinder, 106: Basiselement, 106A: eine Hauptfläche, 106B: die andere Hauptfläche, 107: Rippe, 108A, 108B, 108C, 108D: Schraubenloch, 109A, 109B, 109C, 109D: Schraube, 142: durchlässige Platte, 161: Basisblock

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2016238695 [0002]
- JP 200993101 [0003]
- JP 2007328895 [0003]
- JP 200717925 [0003]
- JP 200765600 [0003]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines optischen Moduls, das ein lichtemittierendes Halbleiterelement und ein elektronisches Kühlmodul umfasst, das ausgebildet ist, um eine Temperatur des lichtemittierenden Halbleiterelements einzustellen, wobei das Verfahren umfasst:

Erfassen einer Temperatur einer lichtemittierenden Einheit, die das lichtemittierende Halbleiterelement umfasst, und Ausgeben von Temperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements;

Erfassen einer Umgebungstemperatur und Ausgeben von Temperaturinformationen über die Umgebungstemperatur, wobei die Umgebungstemperatur eine Temperatur einer Umgebung ist, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet; und

Steuern einer Ausgabe des elektronischen Kühlmoduls auf der Grundlage der Temperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements und der Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur und Einstellen der Temperatur der lichtemittierenden Einheit,

wobei in dem Schritt des Einstellens der Temperatur der lichtemittierenden Einheit, wenn die Umgebungstemperatur in einem ersten Umgebungstemperaturbereich liegt, die Temperatur der lichtemittierenden Einheit so eingestellt wird, dass ein Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein erster lichtemittierender Halbleiterelementtemperaturbereich ist, und wenn die Umgebungstemperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich liegt, der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich ist, die Temperatur der lichtemittierenden Einheit so eingestellt wird, dass der Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein zweiter lichtemittierender Halbleiterelementtemperaturbereich ist, der höher als der erste lichtemittierenden Halbleiterelementtemperaturbereich ist.

2. Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls nach Anspruch 1, wobei das lichtemittierende Halbleiterelement ein Halbleiterlaser ist.

3. Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls nach Anspruch 2, wobei der Halbleiterlaser ein Laser, der rotes Licht emittiert, oder ein Laser, der Infrarotlicht emittiert, ist.

4. Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls nach einem der Ansprüche 1 bis 3, das ferner einen Schritt zum Regeln einer Ausgabe des lichtemittierenden Halbleiterelements umfasst, indem der dem lichtemittierenden Halbleiterelement zugeführten Strom gemäß dem Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements, der im Schritt des Einstellens der Temperatur der lichtemittierenden Einheit eingestellt wurde, gesteuert wird.

5. Verfahren zur Steuerung des optischen Moduls nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Temperaturbereich des ersten lichtemittierenden Halbleiterelements und der Temperaturbereich des zweiten lichtemittierenden Halbleiterelements jeweils innerhalb von $\pm 3^{\circ}\text{C}$ eines Mittelwertes liegen.

6. Optische Moduleinheit, umfassend: ein optisches Modul, das eine lichtemittierende Einheit und ein elektronisches Kühlmodul umfasst, wobei die lichtemittierende Einheit ein Basiselement und ein auf dem Basiselement montiertes lichtemittierendes Halbleiterelement umfasst, wobei die lichtemittierende Einheit zum Erzeugen von Licht ausgebildet ist und das elektronische Kühlmodul zum Einstellen einer Temperatur des lichtemittierenden Halbleiterelements ausgebildet ist;

eine erste Verarbeitungseinheit, die ausgebildet ist, um eine Temperatur der lichtemittierenden Einheit, die das lichtemittierende Halbleiterelement umfasst, und Prozesstemperaturinformationen des lichtemittierenden Halbleiterelements zu erfassen, um Temperaturinformationen auszugeben;

eine zweite Verarbeitungseinheit, die ausgebildet ist, um eine Umgebungstemperatur zu erfassen, die eine Umgebungstemperatur ist, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet, und um Temperaturinformationen der Umgebungstemperatur zu verarbeiten, um Temperaturinformationen auszugeben; und

eine dritte Verarbeitungseinheit, die ausgebildet ist, um eine Ausgabe des elektronischen Kühlmoduls auf der Grundlage der Temperaturinformation des von der ersten Verarbeitungseinheit ausgegebenen lichtemittierenden Halbleiterelements und der Temperaturinformation der von der zweiten Verarbeitungseinheit ausgegebenen Umgebungstemperatur zu steuern und die Temperatur der lichtemittierenden Einheit einzustellen,

wobei, wenn die Umgebungstemperatur in einem ersten Umgebungstemperaturbereich liegt, die dritte Verarbeitungseinheit die Temperatur der lichtemittierenden Einheit so einstellt, dass ein Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein erster lichtemittierender Halbleiterelementtemperaturbereich ist, und wenn die Umgebungstemperatur in einem zweiten Umgebungstemperaturbereich liegt, der höher als der erste Umgebungstemperaturbereich ist, die dritte Verarbeitungseinheit die Temperatur der lichtemittierenden Einheit so einstellt, dass der Temperaturbereich des lichtemittierenden Halbleiterelements ein zweiter lichtemittierender Halbleiterelementtemperaturbereich ist, der höher als der erste lichtemittierenden Halbleiterelementtemperaturbereich ist.

7. Optische Moduleinheit nach Anspruch 6, wobei das optische Modul ferner ein Schutzelement, das ausgebildet ist, um die lichtemittierende Einheit zu umgeben, und einen Umgebungstemperaturdetektor, der an einem Außenumfang des Schutzele-

ments angebracht und ausgebildet ist, um die Umgebungstemperatur zu erfassen, die eine Temperatur einer Umgebung ist, in der sich die lichtemittierenden Einheit befindet, umfasst.

8. Optisches Modul, umfassend:

eine lichtemittierenden Einheit, die ein Basiselement und ein auf dem Basiselement montiertes lichtemittierendes Halbleiterelement umfasst, wobei die lichtemittierenden Einheit ausgebildet ist, um Licht zu bilden;

ein Schutzelement mit einem Austrittsfenster, das das Licht aus der lichtemittierenden Einheit durchlässt, wobei das Schutzelement ausgebildet ist, um die lichtemittierenden Einheit zu umgeben;

ein elektronisches Kühlmodul, das ausgebildet ist, um eine Temperatur des lichtemittierenden Halbleiterelements einzustellen;

einen Temperaturdetektor für die lichtemittierenden Einheit, der ausgebildet ist, um eine Temperatur der lichtemittierenden Einheit mit dem lichtemittierenden Halbleiterelements zu erfassen; und

einen Umgebungstemperaturdetektor, der ausgebildet ist, um eine Temperatur einer Umgebung zu erfassen, in der sich die lichtemittierende Einheit befindet.

9. Optisches Modul nach Anspruch 8, wobei der Umgebungstemperaturdetektor an einem Außenumfang des Schutzelements befestigt ist.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

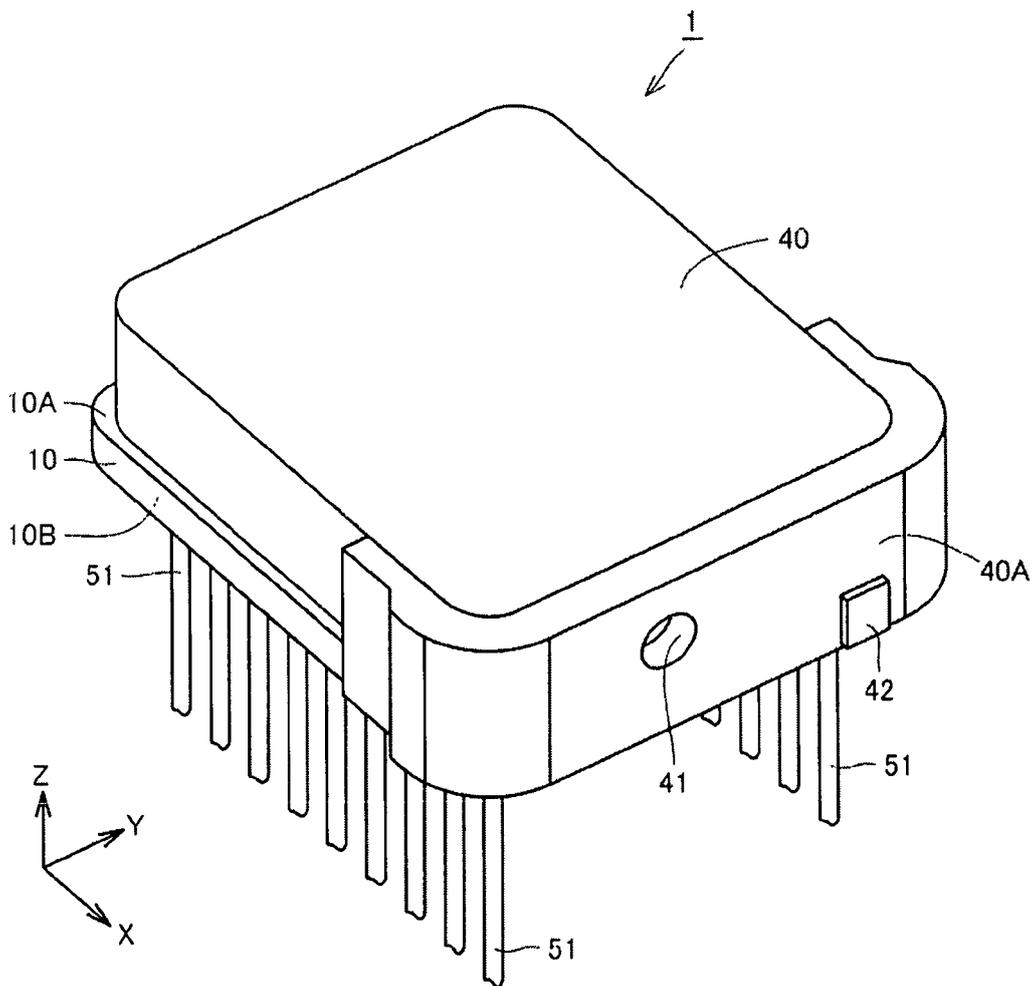


FIG. 2

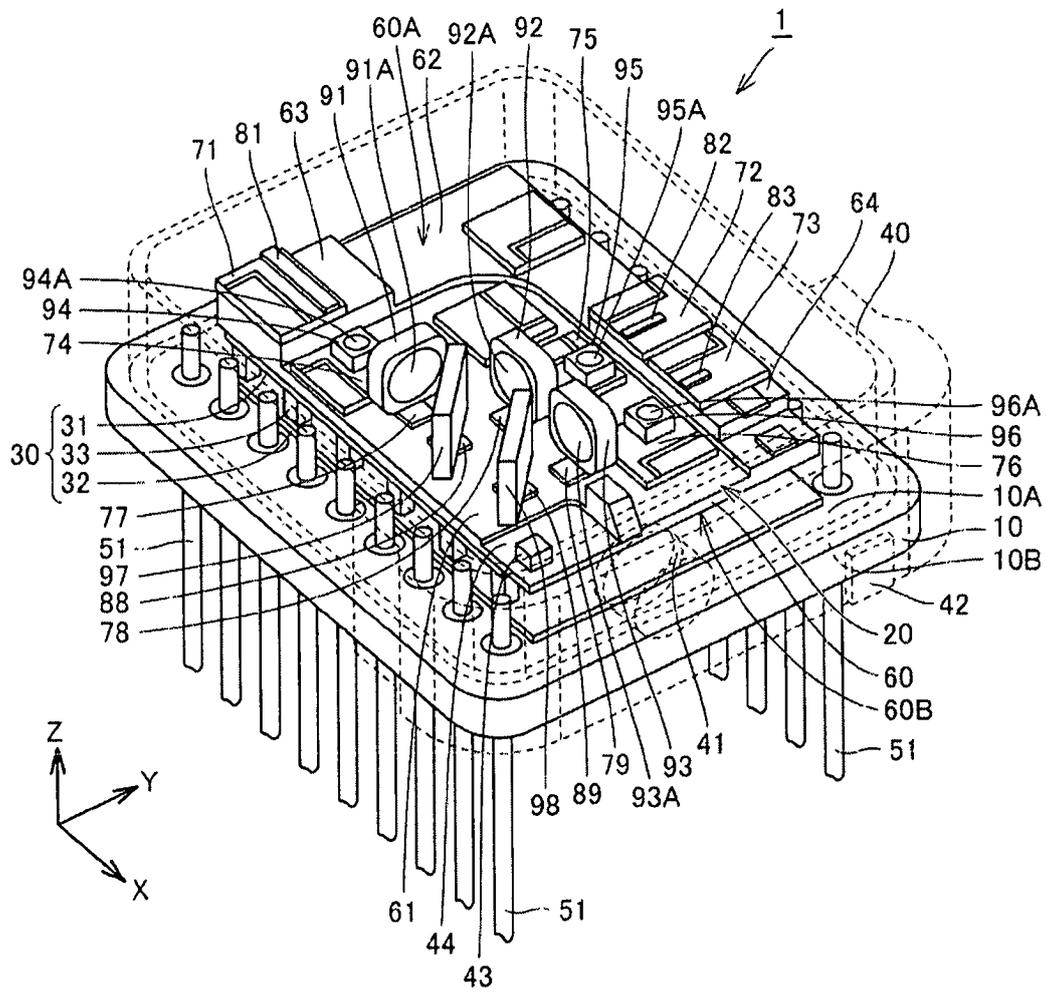


FIG. 3

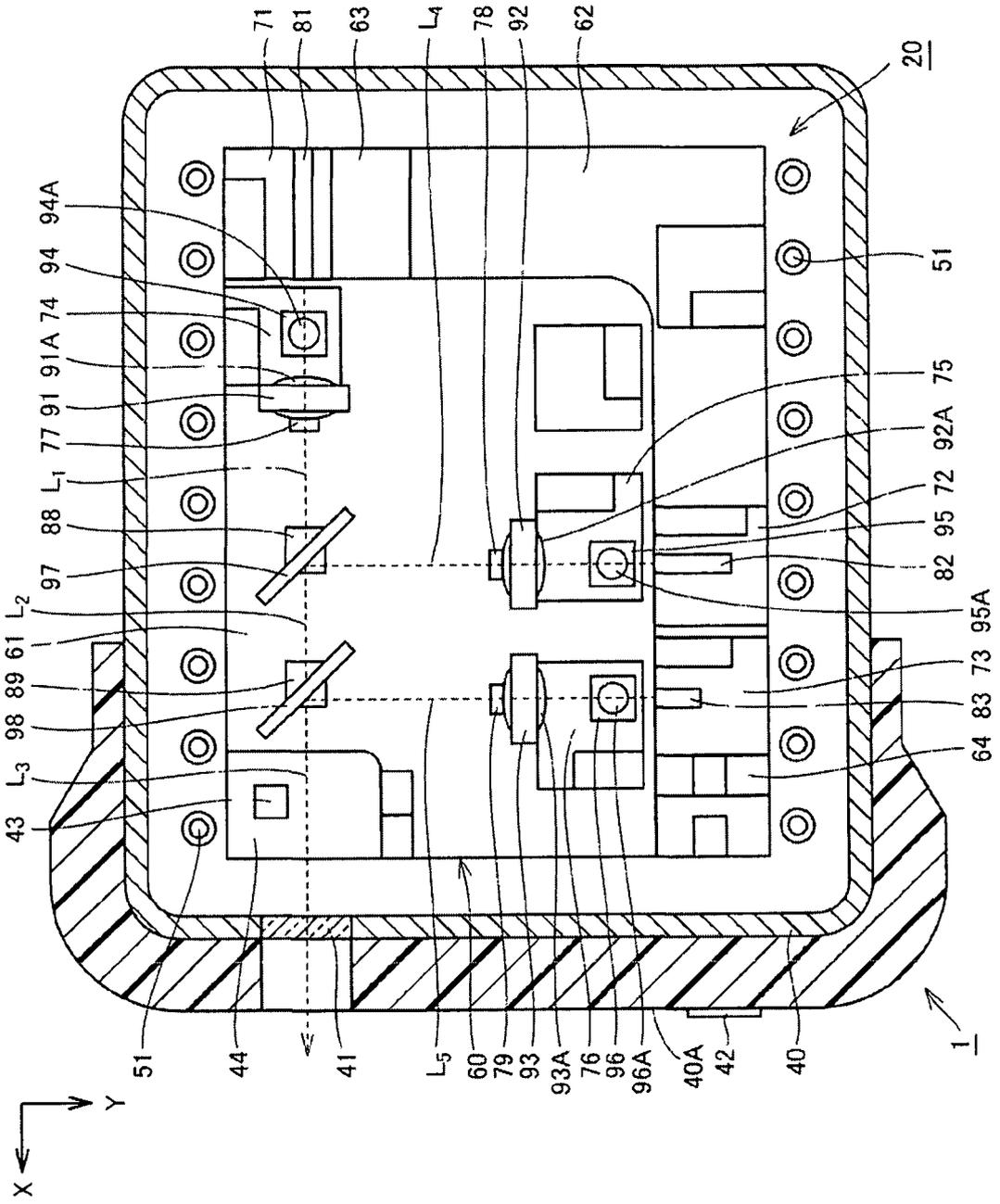


FIG. 4

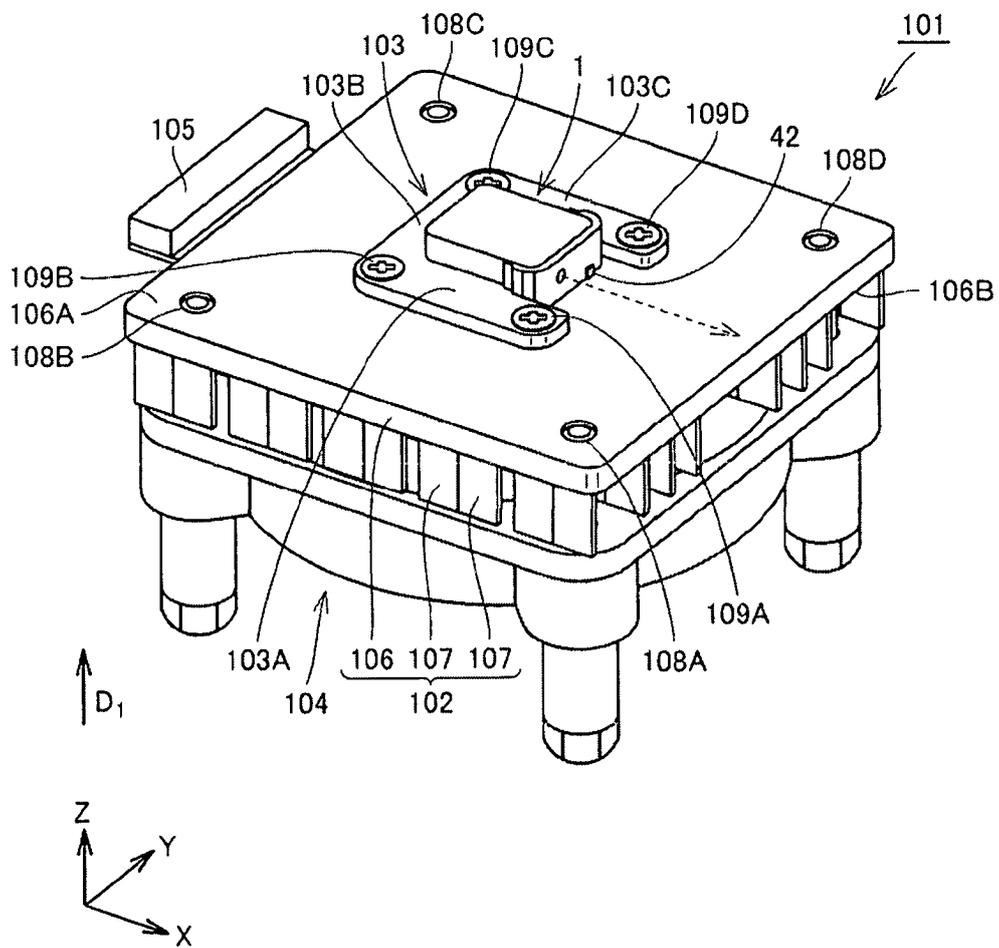


FIG. 5

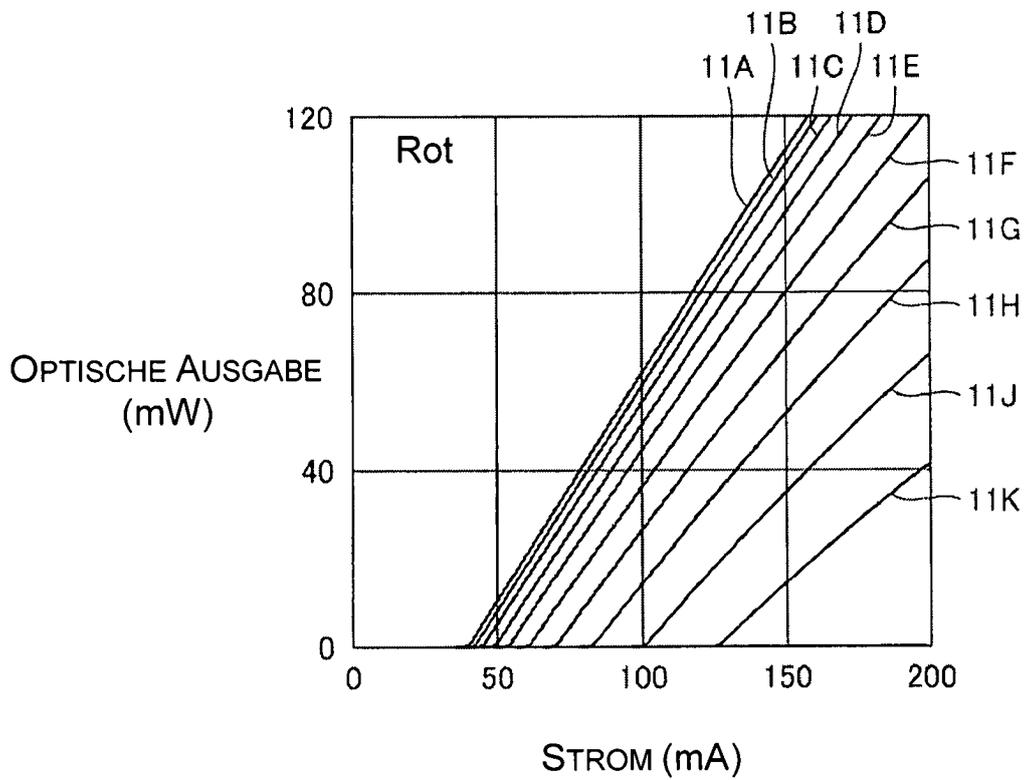


FIG. 6

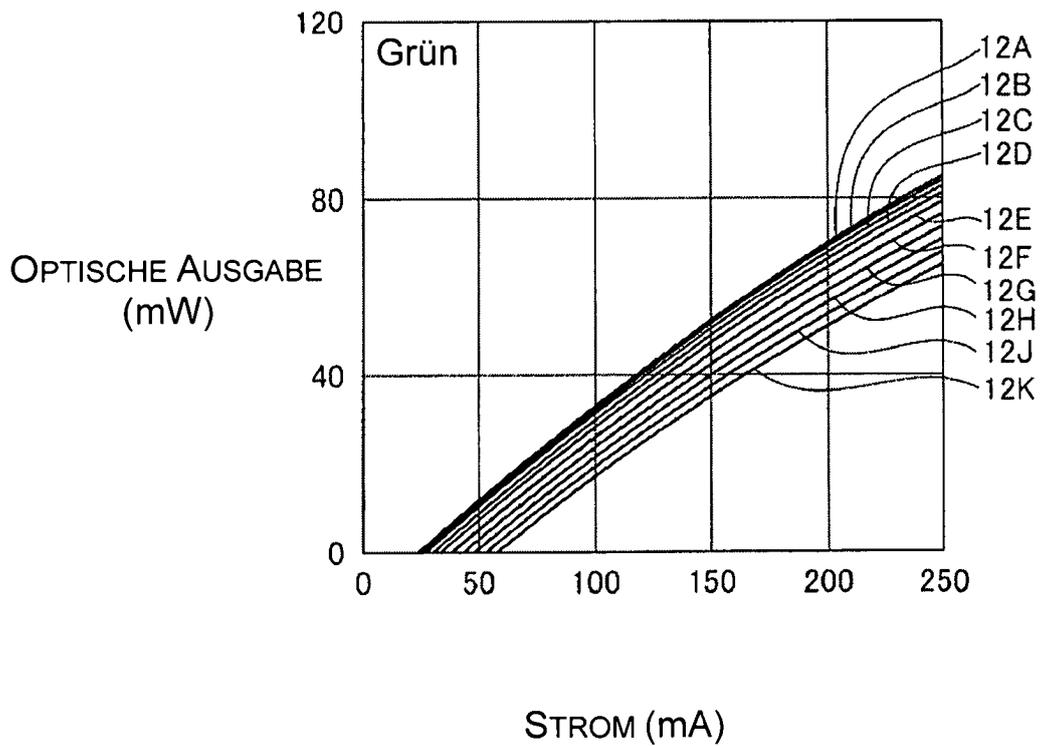


FIG. 7

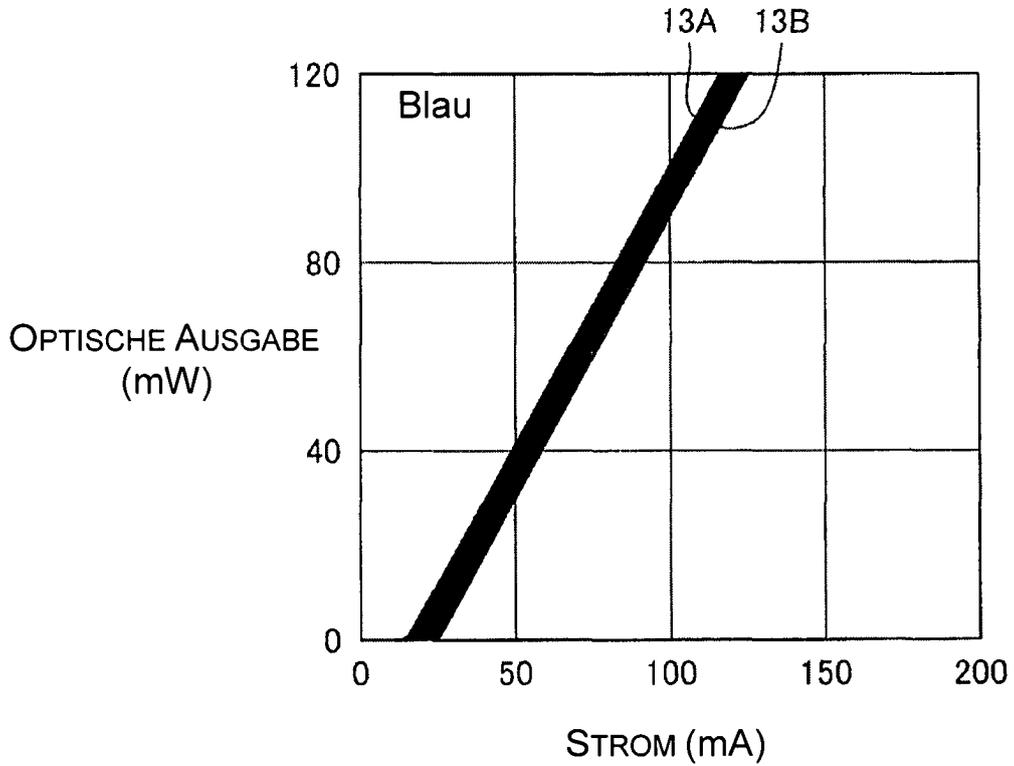


FIG. 8

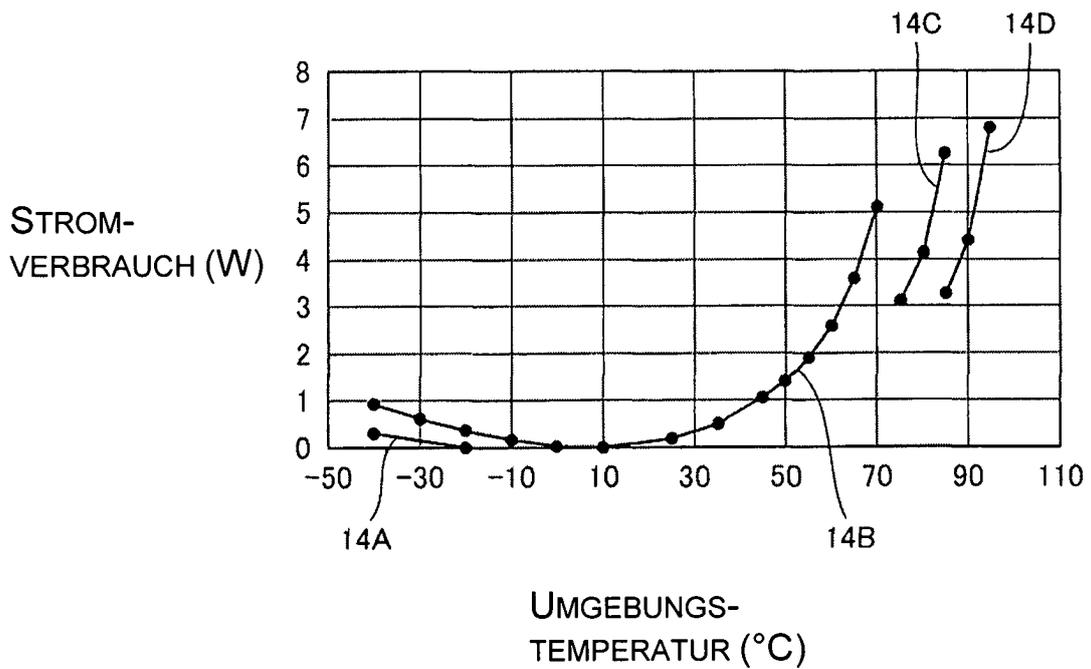


FIG. 9

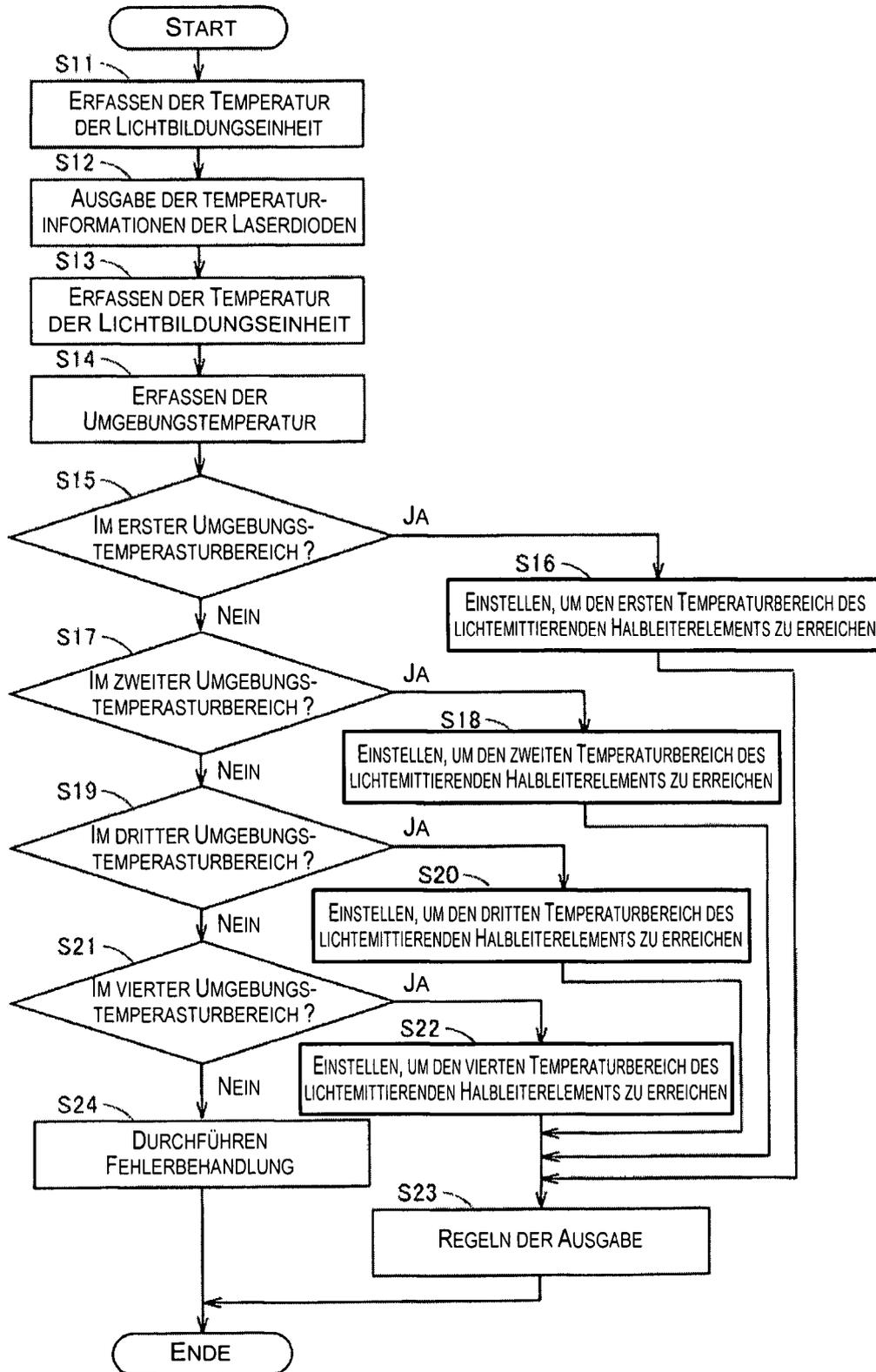


FIG. 10

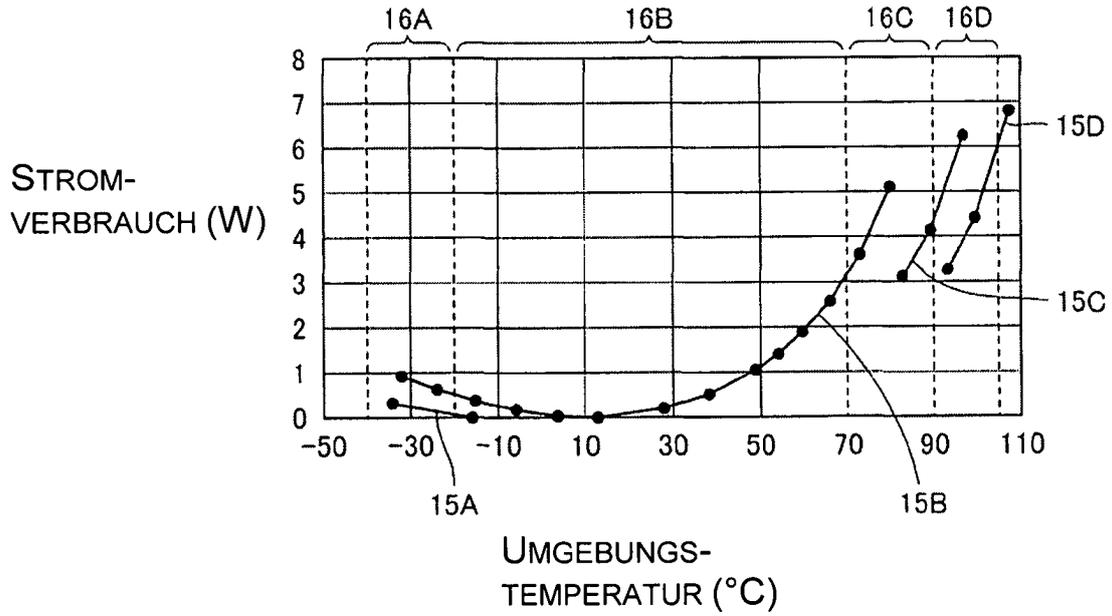


FIG. 11

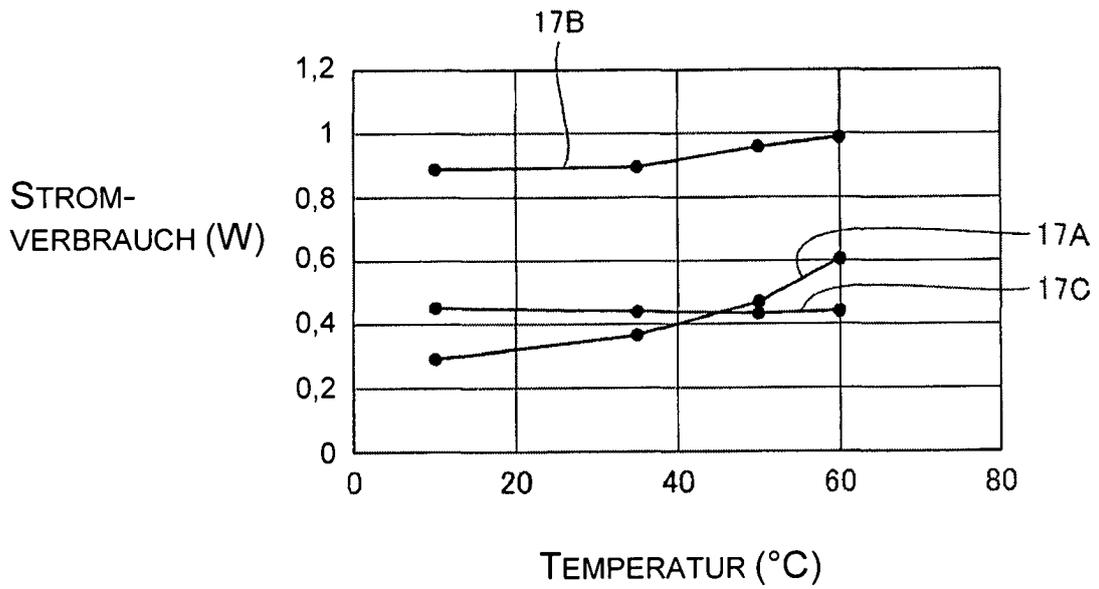


FIG. 12

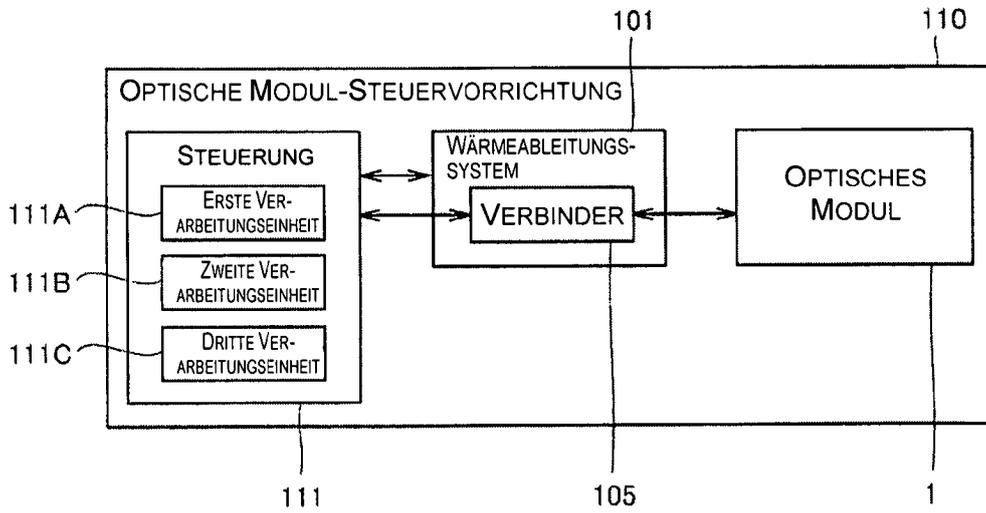


FIG. 13

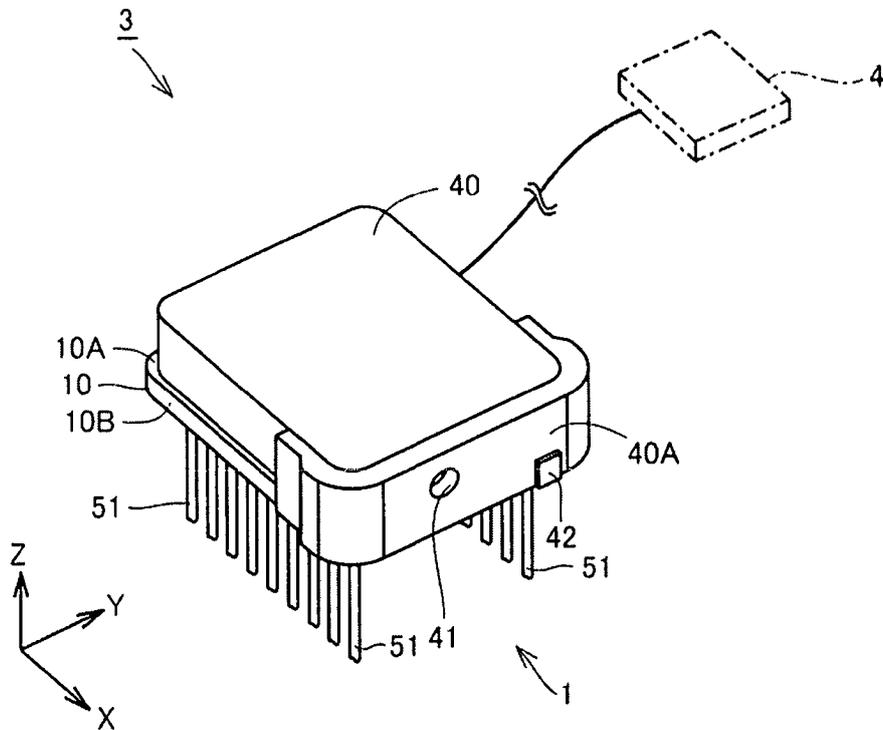


FIG. 14

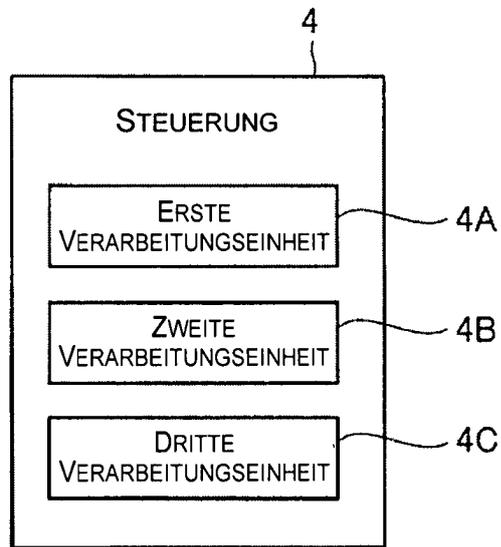


FIG. 15

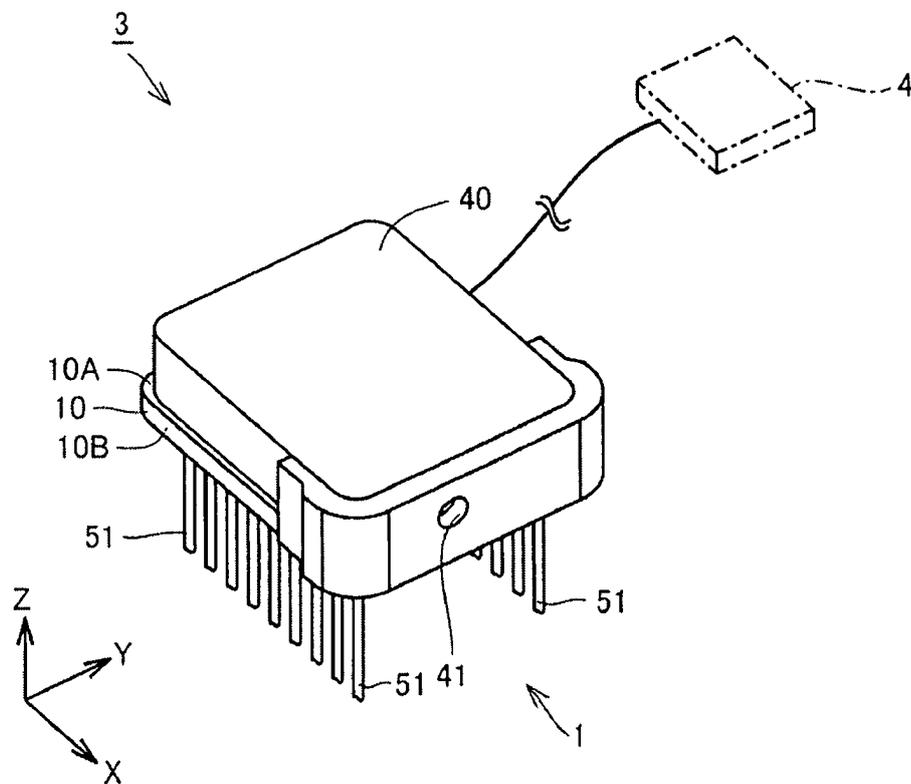


FIG. 16

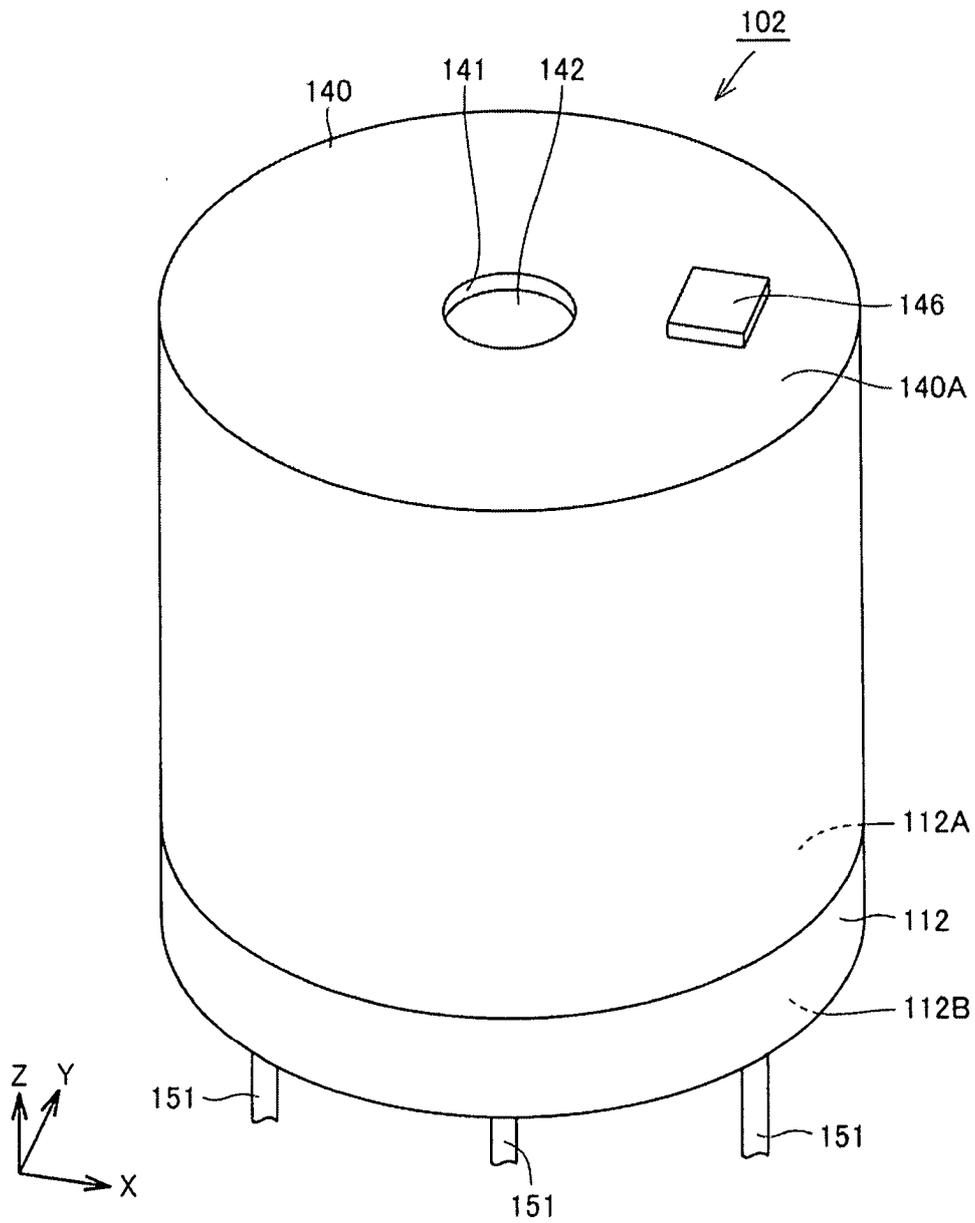


FIG. 17

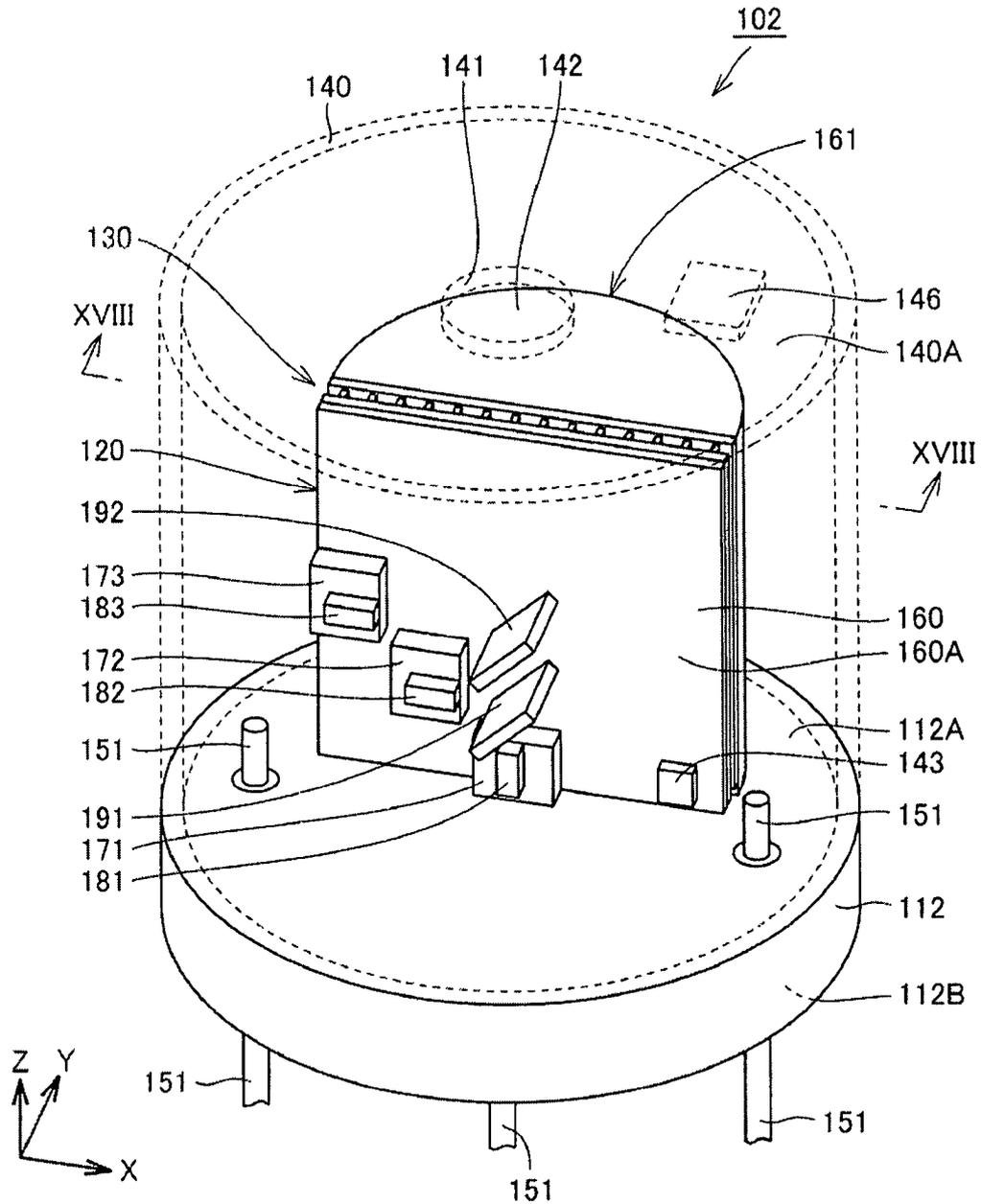


FIG. 18

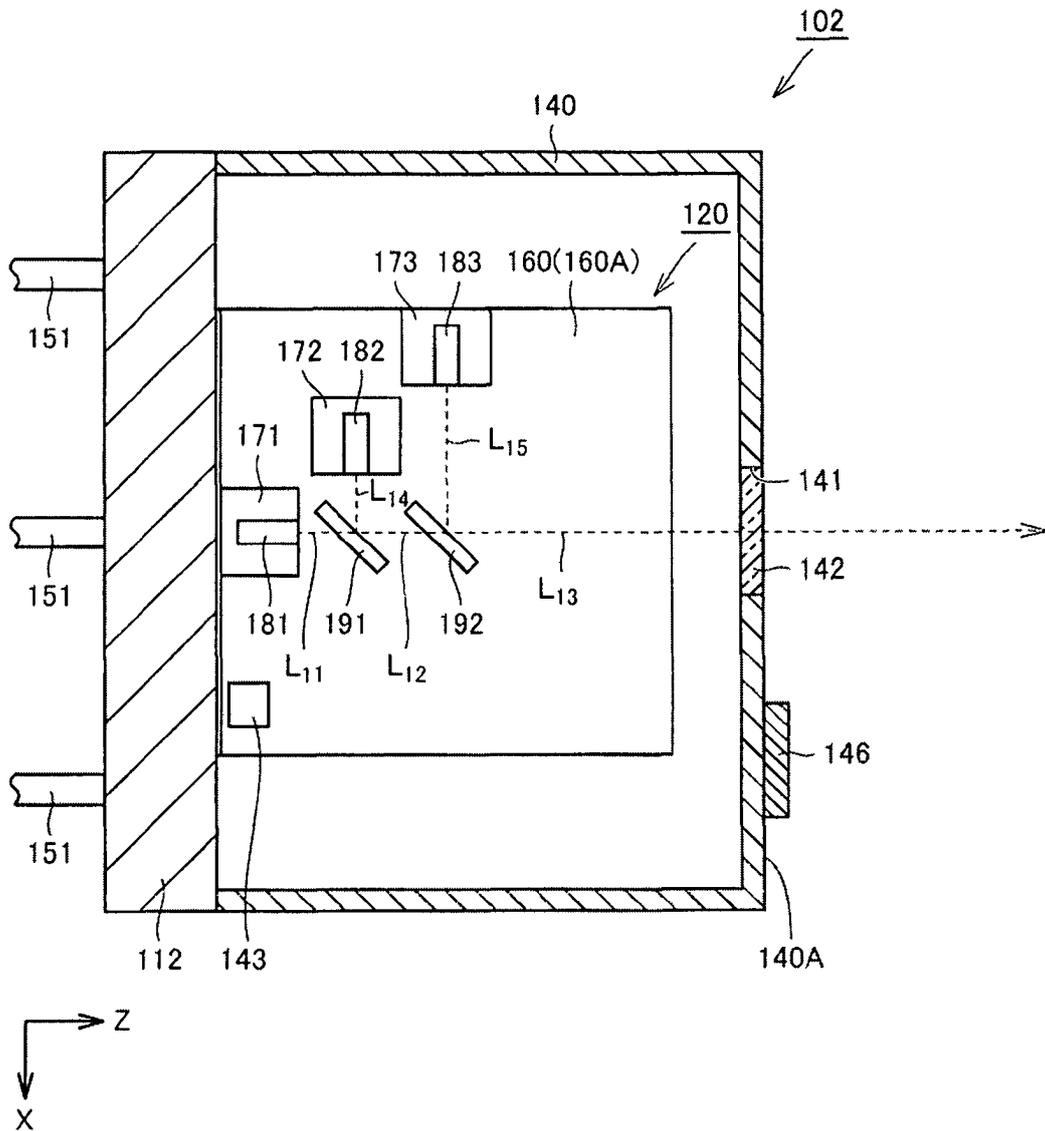


FIG. 19

